UNIVERSITY OF HAWAII
LIBRARY
AUG 17 '48

EXPERIENTIA

REVUE MENSUELLE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES
MONATSSCHRIFT FÜR DAS GESAMTE GEBIET DER NATURWISSENSCHAFT
RIVISTA MENSILE DI SCIENZE PURE E APPLICATE
MONTHLY JOURNAL OF PURE AND APPLIED SCIENCE

Editores:
A. v. MURALT · L. RUZICKA · J. WEIGLE
Bern Zürich Genève
Redactor: H. MISLIN, Basel

VERLAG BIRKHÄUSER AG. · BASEL 10
SUISSE - SCHWEIZ - SVIZZERA - SWITZERLAND

Vol. IV - Fasc. 7 15. VII. 1948 Fr. 2.50

SOMMAIRE - INHALT - SOMMARIO - CONTENTS

W. WUNDT: Über die Kräfte bei der Bildung der Erdkruste 241
P. A. MORRIS and W. J. NICKERSON: Cosmic Radiation and Cancer Mortality 251
L. v. BERTALANFFY: Das organische Wachstum und seine Gesetzmäßigkeiten 255

Brèves communications - Kurze Mitteilungen - Brevi comunicazioni - Brief Reports

E. BATSCHELET: Über einen Ausnahmefall des Wiederkehrsatzes von POINCARÉ 270
J. BOLDINGH: Application of Partition Chromatography to Mixtures insoluble in Water 270
M. KRAJCINOVIC: Beitrag zur Kenntnis oxydierter Stärke 271
K. GARAY and G. BERENCSI: The Effect of Ultrasonic Vibration on Benzopyrene 272
ET. WOLFF et FR. DUBOIS: Mise en évidence d'un système de corrélations intervenant dans la régénération des Planaires d'eau douce 273
J. KOSKIMIES: On Temperature Regulation and Metabolism in the Swift, *Micropus* a. *apus* L., during fasting 274
R. MANNINGER und A. NÓGRÁDI: Über induzierte Mutationserscheinungen an Milzbrand- und Kartoffelbazillen 276
J. BARTA and R. MECIR: Antibacterial Activity of *Penicillium divergens* Bainier 277
P. GÖMÖRI, M. FÖLDI and G. SZABÓ: Glomerular and Tubular Function in Experimental Renal Cortex Ischæmia 278
M. FÖLDI, I. SÁNDOR, and G. SZABÓ: The Absence of the Effect of Percorten in Alloxan-Diabetic Dogs . . 279
E. SARTORI, and M. BOLLETTI: Statistical Investigations on the Relation between the Ultra-violet Rays of the Sun and Spasmophilic Convulsions 279

Nouveaux livres - Buchbesprechungen - Recensioni - Reviews

Radioactive Tracers in Biology. By M. D. Kamen (Academic Press, Inc., New York, 1947) (Ref. W. Minder) 281
Trichomonas vaginalis and Trichomoniasis. By R. E. Trussel (Ch. C. Thomas, Springfield, Ill., U.S.A., 1947) (Ref. O. Jirovec) 281
Die jungen Eruptivgesteine des mediterranen Orogens. Von C. Burri und P. Niggli (Schweizer-Spiegel-Verlag, Zürich 1945) (Ref. Th. Hügi) 282
Chromatographie et Mésomérie. Par P. Meunier et A. Vinet (Masson, Paris 1947) (Ref. Ch. Dhéré) . . . 283

Informations - Informationen - Informazioni - Notes

Schweizer Komitee für Optik – Congrès 283/84

EXPERIENTIA

L'EXPERIENTIA publiera:

1. des *articles originaux* sur les récentes recherches scientifiques écrits dans une des langues principales;
2. de *brèves communications;*
3. informera ses lecteurs des événements marquants de la vie scientifique, donnera des *comptes rendus concernant les récentes publications, les congrès et les assemblées.*

Die EXPERIENTIA stellt sich die Aufgabe:

1. durch *zusammenfassende Originalartikel* in einer der wissenschaftlichen Hauptsprachen von Autoren aus verschiedenen Ländern über Forschungsergebnisse berichten zu lassen, die im Vordergrund des Interesses stehen;
2. kurze *Mitteilungen* aufzunehmen;
3. durch Besprechung neuerschienener *Bücher*, durch Referate über *Kongresse* und *Versammlungen* sowie durch andere Mitteilungen über die bedeutendsten Ereignisse des naturwissenschaftlichen Lebens zu informieren.

EXPERIENTIA si propone di pubblicare:

1. *articoli originali riassuntivi*, in una delle principali lingue usate dalla scienza, ad opera di autori di diversi paesi, su risultati scientifici di grande interesse;
2. *brevi comunicazioni;*
3. *recensioni di nuovi libri, relazioni di congressi e riunioni*, come pure altre comunicazioni su importanti avvenimenti nel campo delle scienze naturali.

The aim of EXPERIENTIA is:

1. to publish comprehensive articles embodying the results of recent scientific research. These will be written in one of the principal scientific languages and contributed by authors in various countries;
2. to publish *brief reports;*
3. to give information about the most important events in natural science by means of *reviews of the latest books, reports on congresses and meetings*, as well as through other communications.

E X P E R.

L'EXPERIENTIA paraît le 15 de chaque mois. Vente et abonnement dans toutes les librairies suisses et étrangères, ou directement chez l'éditeur. Prix du numéro fr. 2.50. Abonnement pour un an fr. 24.— pour la Suisse; pour l'étranger fr. 28.—. Ces prix s'entendent en francs suisses.

Adresser toute correspondance touchant la rédaction de l'EXPERIENTIA exclusivement à l'éditeur soussigné.

Dernier délai d'admission pour les manuscrits: 35 jours avant la parution, c'est-à-dire le 10 du mois pour le numéro du mois suivant.

Les auteurs recevront gratuitement, s'ils le désirent, 50 tirés à part de format 14,5 sur 21 cm, sans couverture. Pour le prix d'un nombre plus grand et pour la couverture s'adresser à l'éditeur. Les tirages à part doivent être commandés *avant* l'impression du périodique.

Prix pour les annonces: $^1/_1$ page fr. 200.—, $^1/_2$ page fr. 120.—, $^1/_4$ page fr. 70.—. Placements spéciaux: prix sur demande. Demandes à l'éditeur.

L'EXPERIENTIA est imprimée en Suisse.

Editions Birkhæuser S.A., Bâle 10 (Suisse), Elisabethenstraße 15
Tél. 49800; adresse télégraphique: Edita Bâle

Die EXPERIENTIA erscheint am 15. jedes Monats und kann im In- und Auslande durch jede Buchhandlung oder direkt vom Verlag bezogen werden. In Belgien, Luxemburg, Dänemark, Schweden, Norwegen, Finnland, Tschechoslowakei, Portugal und Marokko nehmen auch die Postämter Bestellungen entgegen.

Der Abonnementspreis beträgt in der Schweiz Fr. 24.—, im Ausland sFr. 28.—; die Einzelnummer kostet Fr. 2.50.

Alle Zuschriften an die Redaktion sind ausschließlich an den Verlag zu richten. Redaktionsschluß 35 Tage vor Erscheinungstermin, d.h. am 10. des Monats für den folgenden Monat.

Die Autoren erhalten auf Wunsch 50 Gratisseparata im Format 14,5 × 21 cm, ohne Umschlag. Die Kosten für weitere Separata und für Umschläge sind beim Verlag zu erfragen: Separata sind *vor* dem Druck der Zeitschrift zu bestellen.

Insertionspreise: $^1/_1$ Seite Fr. 200.—, $^1/_2$ Seite Fr. 120.—, $^1/_4$ Seite Fr. 70.—; für Vorzugsseiten besondere Vereinbarung. Inseratenannahme durch den Verlag.

Die EXPERIENTIA wird in der Schweiz gedruckt.

Verlag Birkhäuser AG., Basel 10 (Schweiz), Elisabethenstraße 15
Tel. 49800; Telegrammadresse: Edita Basel

EXPERIENTIA esce al 15 di ogni mese e può esser richiesta ad ogni libreria svizzera o estera, o anche direttamente alla casa editrice. Il prezzo del singolo fascicolo è di fr. 2.50. L'abbonamento annuo è di fr. 24.— per la Svizzera; all'estero fr. 28.—. I prezzi vanno intesi in valuta svizzera.

Tutti gli invii alla redazione di EXPERIENTIA vanno indirizzati esclusivamente alla sottoindicata casa editrice.

La redazione di ogni fascicolo si chiude 35 giorni prima del termine di pubblicazione, cioè al 10 del mese, per il mese seguente.

Gli autori ricevono, su desiderio, 50 estratti del formato 14,5 × 21 cm, senza copertina. Il prezzo degli estratti in più e della copertina viene indicato, su richiesta, dalla casa editrice. Gli estratti vanno ordinati *prima* della stampa della Rivista.

Prezzi per annunci: $^1/_1$ pag. fr. 200.—, $^1/_2$ pag. fr. 120.—, $^1/_4$ pag. fr. 70.—; per pagine speciali, accordi da stabilire. Gli annunci sono da inviare alla casa editrice.

EXPERIENTIA si stampa in Isvizzera.

Casa editrice Birkhæuser S.A., Basilea 10 (Svizzera), Elisabethenstr. 15
Tel. 49800; Indirizzo telegrammi: Edita Basilea

EXPERIENTIA is published on the 15th of every month and can be obtained in any country through the booksellers or from the publishers. The price per number is fr. 2.50, by annual subscription by inland-mail fr. 24.—; other countries fr. 28.—. Prices in Swiss currency.

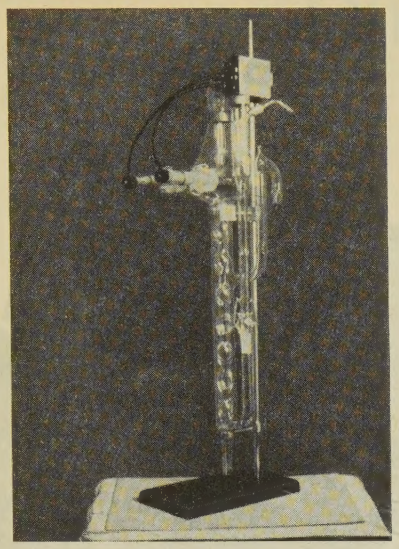
All communications to the editors should be addressed to the publishers. All manuscripts for publication in a given number must be in the hands of the publishers on the 10th of the preceding month.

The authors receive, on request, 50 reprints 14,5 × 21 cm without cover free of charge. For the prices of additional reprints and covers, inquiries should be addressed to the publishers. Reprints must be ordered *before* the number is printed.

Prices for advertising: $^1/_1$ page fr. 200.—, $^1/_2$ page fr. 120.—, $^1/_4$ page fr. 70.—. Advertisements should be sent to the publishers.

Published by Birkhäuser Ltd., Basle 10 (Switzerland), Elisabethenstr. 15
Phone 49800; Telegrams: Edita Basle

Printed in Switzerland / E. Birkhäuser & Cie., Basel

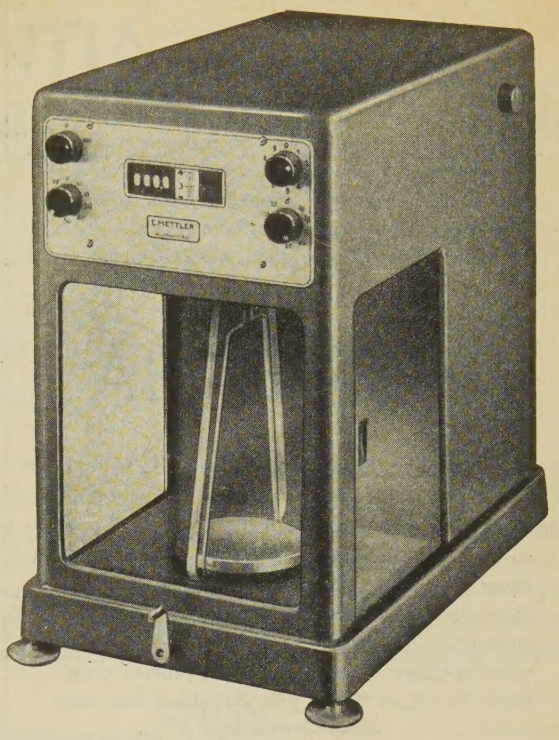


Elektrischer Wasser-Destillierapparat

ganz aus Glas, mit Automat für die selbsttätige Ein- und Ausschaltung. Leistung ca. $1^1/_2$ l/Std.

Verlangen Sie Offerte

Carl Kirchner AG., Bern
Telephon 2 45 97 Freiestraße 12

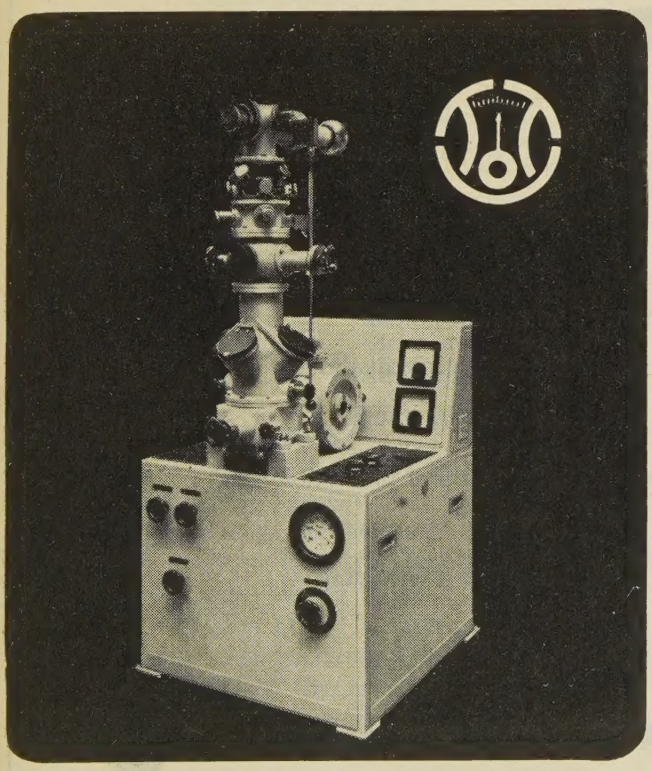


Analysenwaagen (Schnellwaagen)
Maximalbelastung 200 g, optischer Bereich 100 mg, Ablesegenauigkeit je nach Type $^1/_{10}$, $^1/_{20}$ mg

E. METTLER Präzisionsapparate
Küsnacht-Zürich Telephon (051) 34 05 53

Elektronen-Diffraktographen

für Feinstrukturuntersuchungen der Materie



Trüb, Täuber & Co. AG.

Fabrik elektrischer Meßinstrumente und wissenschaftlicher Apparate, Zürich

Die heutige Not im wissenschaftlichen Leben Deutschlands ist nicht zuletzt eine Folge der jahrelangen Abschließung von jeglicher wissenschaftlicher Literatur der Umwelt. Die geistige Not lastet mindestens ebenso schwer auf den Menschen wie materielle Entbehrungen. — Seit einiger Zeit ist es möglich, die Zeitschrift

EXPERIENTIA

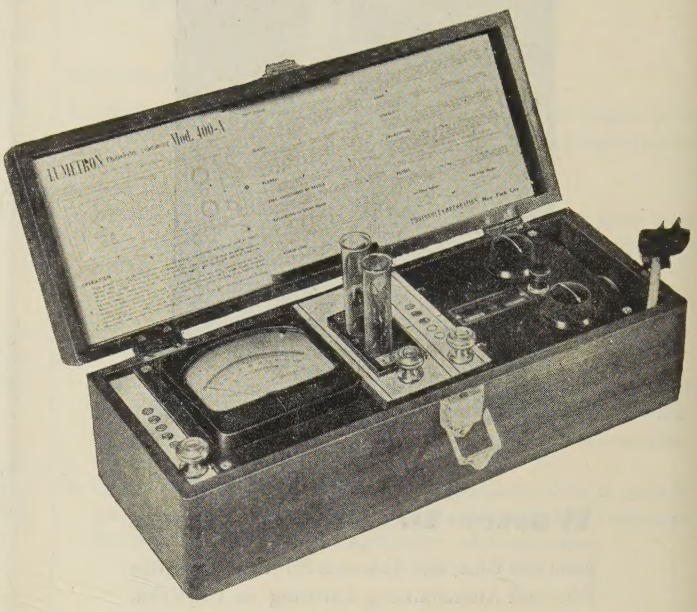
in alle vier Besetzungszonen

zu senden. Benützen Sie diese Gelegenheit, um Ihren Freunden und Kollegen einen Einblick in das internationale wissenschaftliche Geschehen zu ermöglichen, indem Sie ein Geschenkabonnement spenden. — Bestellungen (Jahresabonnement Fr. 28.—) durch jede Buchhandlung oder direkt durch den

VERLAG BIRKHÄUSER BASEL

SCHWEIZ - SUISSE - SWITZERLAND

ELEKTRISCHE KOLORIMETER



STRÜBIN & Cº

GERBERGASSE 25 — BASEL

CHARBON-CILAG

Tabletten · Granulat

Indikationen: Sommerdurchfälle
Alimentäre Intoxikationen
Bazilläre Dysenterie

Packungen: 20, 50 250 und 1000 Tabletten zu 0,7 g
50 und 500 g Granulat

CILAG AKTIENGESELLSCHAFT SCHAFFHAUSEN

CILAG

EXPERIENTIA

Vol. IV - Fasc. 7 Pag. 241–284 15. VII. 1948

Über die Kräfte bei der Bildung der Erdkruste

Von W. WUNDT[1], Freiburg i. B.

Die Untersuchungen, die sich mit der Bildung der Erdkruste beschäftigen, sind ungemein zahlreich. In manchen Punkten ist Einigkeit erzielt worden: verschiedene Hypothesen haben ihren berechtigten Kern zu einer Theorie ausbilden können, die in gewissem Umfang auch von der Kritik anerkannt wird. Aber eine *einheitliche* Anschauung konnte sich bis jetzt nicht durchsetzen. Insbesondere herrscht über die *Kräfte*, die bei der Bildung der Erdrinde mitwirken, noch keine Klarheit. Zu dieser Frage soll hier ein Beitrag geleistet werden!

Die *Kontraktions*theorie hat sich, nachdem sie in der von SUESS aufgestellten Form schweren Bedenken begegnet war, in veränderter Form, vor allem durch Beschränkung auf *geringe* Zusammenziehung, doch behaupten können. Was ihr entgegengehalten wird, ist, daß sie den Pressungen in den tiefliegenden Teilen nur eine schwache Dehnung in den Faltensätteln gegen-

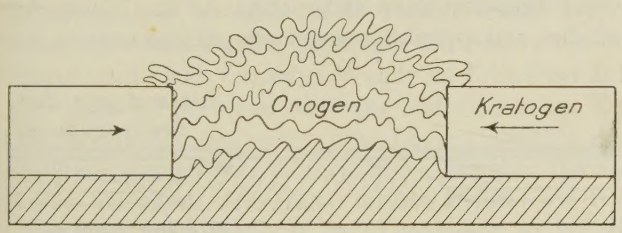


Abb. 1. Kontraktion. Skizze nach H. SCHMIDT, Geologie I (1947).

überstellen könne und dadurch den ausgedehnten Erscheinungen der Zerrung und Grabenbildung nicht voll gerecht werde (Abb. 1). Die entgegengesetzte Hypothese von einer allgemeinen *Ausdehnung* der Erde hat wenig Beifall gefunden; wir werden um die Annahme einer allmählichen Zusammenballung aus dem ursprünglich glutflüssigen Zustand nicht herumkommen (DALY, 1933). Es bleibt uns also der Mittelweg, in den Zeiträumen der historischen Geologie eine kaum merkliche Zusammenziehung anzunehmen — die, wie wir sehen werden, so gering ist, daß sie für die Gebirgsbildung außer Betracht bleiben kann. — Eine andere Gruppe von Forschern (JOLY, KIRSCH u.a.) sucht die Hauptursache der Gebirgsbildung in *radioaktiven Vorgängen*. Durch Zerfall der Uranerze kann, wie die Rechnung übereinstimmend zeigt, eine gewaltige Wärmemenge frei werden; diese ist so groß, daß schon die obersten 10 km der Erdrinde genügen, um den vorhandenen Wärmestrom aus dem Erdinnern zu erklären. Aber gerade dieser Umstand weist darauf hin, daß man die Rolle der Radioaktivität nicht überschätzen darf; es hat wohl nur eine Anreicherung von radioaktiven Stoffen in der äußersten Rinde stattgefunden; jüngere Granite unterscheiden sich in dieser Beziehung wesent-

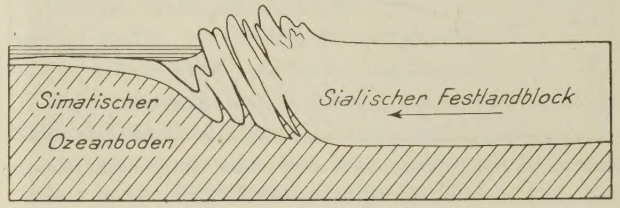


Abb. 2. Kontinentenverschiebung. Skizze nach H. SCHMIDT, Geologie I (1947).

lich von den älteren. Auch ist der rhythmische Verlauf der Erdgeschichte auf diese Art nur schwer zu begründen. — Die *Kontinentalverschiebungs*theorie von A. WEGENER legt den Schwerpunkt der Erdrindenbildung auf die horizontalen Kräfte: die Festländer stellen leichte Schollen (Sialmassen) dar, die im Schwimmgleichgewicht auf den schwereren Simamassen dahindriften und sich beim Auftreffen auf Widerstände auffalten (Abb. 2). Aber die treibenden Kräfte (Polfluchtkraft und Westdrift) erscheinen nach den Berechnungen zu klein, als daß man ihnen große Gebirgsfaltungen

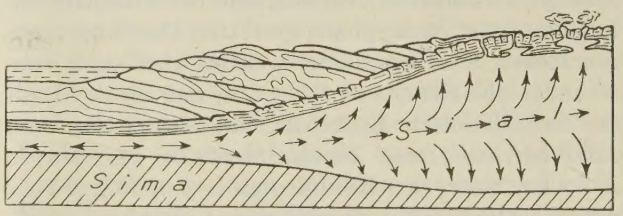


Abb. 3. Oszillationstheorie. Skizze nach KAYSER-BRINKMANN, Geologie I (1940).

zutrauen könnte. — Eine weitere Gruppe von Forschern (HAARMANN, STILLE, BUCHER) nimmt *Oszillationen* (Pulsationen) in der Magmaschicht unterhalb der festen Erdkruste an: es bilden sich dort Wellenberge (Tumore) und Wellentäler (Depressionen), an deren Abhängen die feste Erdkruste abgleitet und zu Faltungen und Zerrungen Anlaß gibt (Abb. 3). Als erregende Kräfte nimmt HAARMANN kosmische Ursachen

[1] Universität Freiburg i. B.

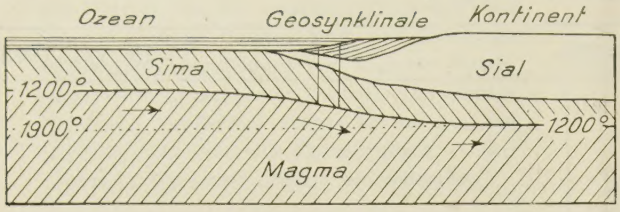


Abb. 4. Unterströmungen nach RITTMANN. Skizze nach H. SCHMIDT, Geologie I (1947).

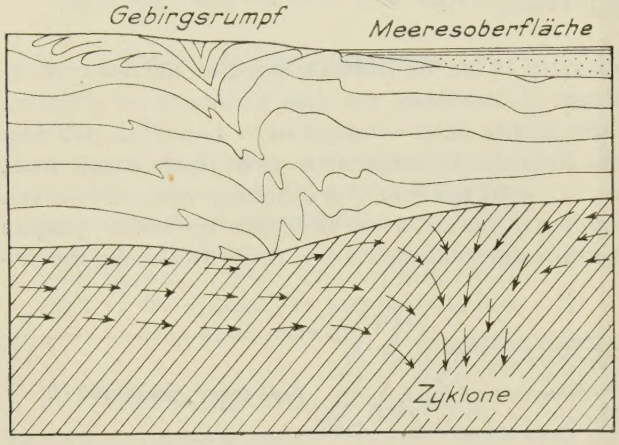


Abb. 5. Unterströmungen nach SCHWINNER. Skizze nach KAYSER-BRINKMANN, Geologie I (1940).

an. Aber abgesehen davon, daß solche kosmischen Kräfte ja erst gefordert werden müssen — wie soll man sich bei ihnen eine solch einseitige und örtlich differenzierte Wirkung vorstellen? — CLOOS hat durch seine Versuche mit plastischem Ton die *Tektonik* der großen *Grabenbrüche* verständlich gemacht und dadurch große Fortschritte erzielt; aber über die bei diesen Vorgängen wirkenden Kräfte spricht er sich nicht näher aus. — RITTMANN (Abb. 4), SCHWINNER (Abb. 5), AMPFERER (Abb. 6) u.a. haben das Ursachenproblem vom *thermodynamischen Standpunkt* aus angegriffen: die Erdkruste geht in gewisser Tiefe (etwa 60 km) in einen zähflüssigen Zustand über, der langsame Strömungen, ähnlich denen der Atmosphäre, gestattet. Die dabei angenommenen Strömungsbilder weichen aber stark voneinander ab! RITTMANN führt aus, daß an der Basis der kristallisierten Erdkruste eine Temperatur von 1200° herrsche; dieser Zustand werde bei den Ozeanen in 40 km, unter den Kontinenten erst in 70 km Tiefe erreicht. Die zum Kontinent langsam absinkende Strömung beeinflußt auch die Rindenteile und ruft dort Vulkanismus hervor. Eine ähnliche Ansicht finden wir bei AMPFERER[1], der die Gleitvorgänge mit Verschlukkungszonen verbindet. CADISCH[2] greift diese «Verschluckungstheorie» auf, indem er während der Auffaltung eines Kettengebirges eine weitgehende Versenkung von dessen Unterlage begründet. Damit wird ein von E. KRAUS[1] geäußerter Gedanke weitergeführt. Nach SCHWINNER steigen die erhitzten Massen im Untergrund der Festländer auf, fließen nach außen unter die Kühlflächen der Ozeane ab und sinken dort hinunter. Ursache all dieser Bewegungen sind Wärmevorgänge, deren Ursprung (wenigstens teilweise) radioaktiv gedeutet wird. — Ich werde mich der thermodynamischen Erklärung anschließen, aber über den Ursprung der Wärme und die Strömungsbilder zu wesentlich anderen Ergebnissen gelangen. — Eine Anschauung, die den Vorgang der Gebirgsbildung einfach auf *Isostasie* zurückführt, ist in Abb. 7 dargestellt: Das Magma drückt am Rande der Festländer die dort lagernden leichten Sialmassen in die Höhe; dadurch entstehen die Küstengebirge. Aber diese werden durch die Einwirkung des Regens und des Windes wieder abgetragen und der Schutt am Rande der Kontinente abgelagert. Das durch Abströmen des Magmas entstandene Defizit wird auf diese Art ersetzt und es entsteht ein Massenkreislauf. So richtig diese Auffassung ist, so wird doch nicht beantwortet, wie diese Unterschiede in der Anordnung des Magmas entstanden sein sollen und warum nicht längst alles ausgeglichen ist. — Eine mathematische Behandlung dieses Problems bietet PREY[2], wonach die leichte Sialmasse das Bestreben haben muß, sich gleichmäßig über die schwerere Simamasse auszubreiten, ferner die *Dehnungstheorie* von GUTENBERG[3]. Danach ist der Gondwanakontinent, der sich im Permkarbon um den Südpol lagerte, allmählich zu den Einzelkomplexen Südamerika, Afrika, Indien, Australien und Antarktis auseinandergezogen worden, wo-

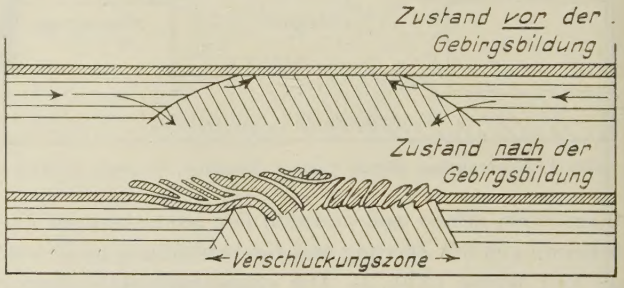


Abb. 6. Unterströmungen nach AMPFERER. Skizze nach AMPFERER, Jb. K. K. Geol. Reichsanstalt 69 (1911).

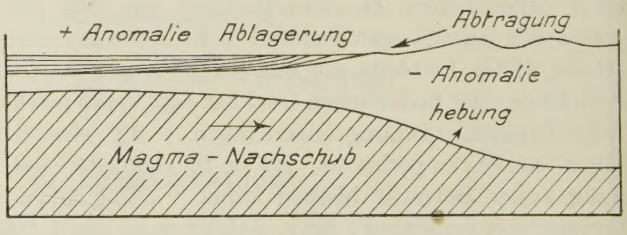


Abb. 7. Isostasie. Skizze nach H. SCHMIDT, Geologie I (1947).

[1] O. AMPFERER, Sitz. Ber. Akad. Wien, Math. Nat. Kl. I (1942).
[2] J. CADISCH, Exper. 2,18 (1946).

[1] E. KRAUS, Forsch. u. Fortschr. *13*, 139 (1937).
[2] A. PREY, Exper. *4*, Fasc. 3, 88 (1948).
[3] MÜLLER-POUILLETS Lehrbuch der Physik 5. Bd., 1. Hälfte: Physik der Erde, (Braunschweig), 11. Aufl., (1928). Zitiert wird aus den Beiträgen von GUTENBERG (Kap. IX und X).

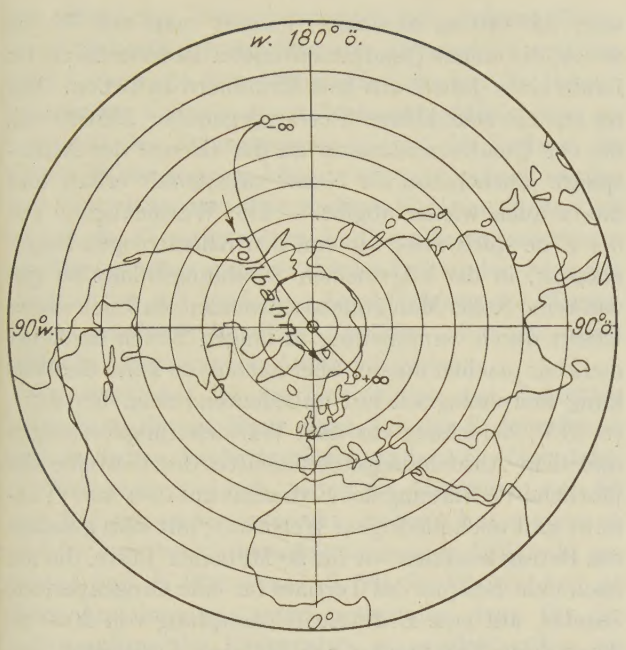


Abb. 8. – Skizze nach MILANKOVITCH, Erdbestrahlung (1941).

bei die dünnen Stellen der gedehnten Masse heute vom Südatlantik und Indik eingenommen werden. Diese Hypothese berührt sich in gewisser Hinsicht mit der Theorie von A. WEGENER. Wenn gegen beide Auffassungen eingewandt wird, daß sie von einem willkürlich gewählten Anfangsstadium ausgehen und daß sich im Laufe der Zeiten ein Gleichgewichtszustand hätte einstellen müssen, so kann auf die PICKERINGsche Hypothese verwiesen werden. Diese faßt den Pazifik als eine heute noch nicht vernarbte Wunde im Erdkörper auf, die der Mond bei seiner Ablösung hinterlassen hat. Die Kontinentalschollen suchen diese Lücke allmählich auszufüllen, werden aber teils durch die Starrheit der äußeren Schichten, teils durch andere Kräfte, wie Polfluchtkraft und Westdrift, daran gehindert, so daß wir heute noch von jenem Ziel weit entfernt sind. In diesem Zusammenhang ist die Berechnung von MILANKOVITCH[1] zur Wanderung der Erdkruste über den Erdkern anzuführen: Nimmt man, wie allgemein anerkannt, für die Kontinentaltafeln (Sial), die das Meer unterlagernde Masse (Sima) und die tiefer liegende fluidale Zone verschiedene Dichten an, so ist die Erdkruste in ihrer heutigen Lage nicht im Gleichgewicht, strebt vielmehr einer Endlage zu, bei der der Nordpol in die Gegend der Petschoramündung (Nordrußland) zu liegen kommt, während eine Rückwärtsberechnung zu einer Anfangslage im nördlichen Pazifik führt — in guter Übereinstimmung mit den geologischen Ergebnissen, die für den Nordpol im Karbon eine solche Lage vermuten lassen. Allerdings ist diese Berechnung unter der Voraussetzung gemacht, daß die Kontinente während der ganzen Zeit ihre gegenseitige Lage beibehalten haben; aber als Annäherung für die Epoche, in der wir stehen, wird sie Geltung haben und durch die Veränderlichkeit der gegenseitigen Lage, die nicht in die Berechnung einbezogen worden ist, kommen wir von dem festen Anfangs- und Endzustand los.

Es ist noch nicht versucht worden, für all diese Theorien, die einander teilweise widersprechen, eine Synthese zu finden. Wer eine solche anstrebt, muß vor allem gewisse Einseitigkeiten vermeiden: Man kann nicht grundsätzlich *horizontale* Kräfte ins Auge fassen und die *vertikalen* außer acht lassen; noch weniger darf man die *thermodynamischen* Vorgänge zugunsten der rein *mechanischen* vernachlässigen. *Alle* diese Kräfte sind unter Beachtung des ihnen zukommenden Gewichts zur Erklärung heranzuziehen. Ferner sind mögliche Ursachen auch nach ihrer Wahrscheinlichkeit zu beurteilen: wenn wir eine Ursache auf der Erde selbst finden können, dann ist sie einer solchen vorzuziehen, die im Kosmos gesucht wird und erst *ad hoc* postuliert werden muß.

Was bei der Kontraktionstheorie nicht genügend beachtet wurde, ist, daß sich die Zusammenziehung in *differenzierter* Weise vollzieht — anders unter dem Meeresboden als unter den Festländern. Da das Meerwasser seine größte Dichte in der Nähe von 0° erreicht, sammeln sich am Grunde der Tiefsee die kalten Massen, teils von der Oberfläche her durch Nachsacken, teils von den Polargegenden her durch Tiefenströmungen. So herrscht auf einer Fläche, die wir auf die Hälfte des Erdteils schätzen können, am Meeresgrund eine Temperatur, die dem Gefrierpunkt naheliegt, während die Flächen unter den Kontinenten in gleicher Tiefe etwa 150° aufweisen müssen! Auf diesen Wert führt die geothermische Tiefenstufe der Festländer, die roh 1° Temperaturzunahme auf je 30 m ergibt. Es entsteht also in 3 bis 4 km Tiefe eine gewaltige Temperaturdifferenz in horizontaler Richtung, die auch gegen das Erdinnere nur ganz allmählich abklingt. Und diese Temperaturdifferenz herrscht *dauernd*, denn sie wird durch den Nachschub kalten Wassers von oben ständig aufrechterhalten. Daraus folgt zunächst — nach Untersuchungen von TRABERT[1], die wenig beachtet worden sind —, daß sich die Erdkruste unter den Meeren relativ stärker zusammenzieht als unter den Festländern. Die Tiefseeareale sind gewissermaßen schwärende Wunden am Erdkörper, die sich infolge der dauernden Abkühlung immer weiter vertiefen. Infolgedessen haben die kühleren und dadurch *schwereren Massen unter* den Ozeanen die Tendenz, *sich* unter die anstoßenden Festländer *hinunterzuschieben* (Abb. 9 und 10). Dieses Bestreben der *ozeanischen Kühlböden* ist mit den polaren Antizyklonen in der Atmosphäre vergleichbar: die Luftmassen sacken unter ihrem eigenen Gewicht zusammen und suchen sich nach allen Richtungen hin auszubreiten, wobei die leichteren Massen der Umgebung passiv auf sie aufgleiten. Der passiven Hebung der

[1] M. MILANKOVITCH, Kanon der Erdbestrahlung (Belgrad 1941).

[1] E. TRABERT, Lehrbuch der kosmischen Physik (Berlin 1911).

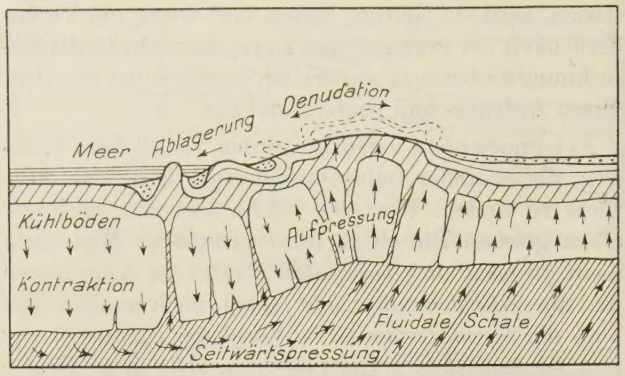


Abb. 9. Materialkreislauf am Festlandrande.

Luftmassen entspricht an den Rändern der Ozeane die Emporwölbung der Ränder: es entsteht das Phänomen der *Randschwellen*, das von JESSEN[1] ausführlich beschrieben worden ist und auf differenzierte Abkühlung zurückgeführt wird. Aber auch die Randschwellen werden — auf lange Zeit hin betrachtet — in dem Maße abgetragen, als sie aufgebaut werden, und es entsteht eine *Sedimentation* größten Stils in den *Schelfen*. Die Entstehung der Schelfe, einer merkwürdigen Stufe im Vorland der Kontinente, wird hiedurch eigentlich erst erklärt! Die Überlastung der Festlandränder mit Sedimenten führt dann dazu, daß der durch die Abkühlung eingeleitete Vorgang aufrechterhalten wird — neue Massen werden unter die Kontinente hinuntergedrückt und in der einzig möglichen Ausweichrichtung, nach *oben* hin, weitergepreßt. Aber die emporgedrückten Massen unterliegen der Denudation, werden ins Meer geschwemmt und erneuern den Druck, der sich vorher durch unterirdische Verschiebungen auswirkte. Dieser Kreislauf kann niemals zur Ruhe kommen, solange es Meer und Festland gibt, denn er beruht auf der *differenzierten Abkühlung* der Ozeane und der Kontinente. Er ist die *eigentlich treibende Kraft im Relief der Erde*.

Aber wir müssen prüfen, ob die geophysikalischen Ursachen auch quantitativ die große Rolle rechtfertigen, die wir ihnen zuschreiben. Da ist zunächst der *Wärmestrom aus dem Erdinnern*, dessen Stärke aus der Größe der geothermischen Tiefenstufe erschlossen werden kann. Je nachdem man für diese Stufe als Mittelwert 25—40 m annimmt, kommt man auf *75 bis 50 cal*, die einem Quadratzentimeter Erdoberfläche im Laufe eines Jahres aus dem Erdinnern zufließen. Dies ist nur ein sehr kleiner Betrag gegenüber 255000 cal, die ein Quadratzentimeter an der Grenze der Atmosphäre jährlich *von der Sonne* zugestrahlt erhält und die er auch wieder abgibt. — Die Wärmeabgabe aus der Erde spielt also, wie von den Klimatologen längst erkannt, in der allgemeinen Strahlungsbilanz so gut wie keine Rolle. Man könnte einwenden, daß sich dieser Effekt durch Summierung in langen Zeiten doch bemerkbar machen müsse. Aber auch dann kann die Wirkung morphologisch nur unbedeutend sein. RUDZKI[1], (S. 215), berechnet aus dem Wärmeleitungsvermögen und dem Ausdehnungskoeffizienten der Gesteine die jährliche Verkürzung des Erdradius auf 0,04 mm (TRABERT gibt noch niedrigere Werte an); mit dem genannten Betrag kommen wir für 50 Millionen Jahre, die ich nach dem Beispiel des Tertiärs für eine Orogenperiode ansetze, auf eine *Erdradius*schrumpfung von 2000 m. Aber diese Verkürzung hat für den *Erdumfang* nur eine Verkürzung um $(2\pi \cdot 2000)\,\mathrm{m} = 12600$ m zur Folge. Dieser Betrag, der sich auf den ganzen Erdumfang verteilt, kann wohl zahllose kleine Runzeln hervorrufen, niemals aber Faltungen im Ausmaße der großen Kettengebirge (bei den Alpen allein Zusammenschub um mehrere 100 km!). Es ist klar, daß auf solche Weise keine erheblichen *Höhen*unterschiede entstehen können. Die *Allgemeinkontraktion* ist also eine notwendige, aber *morphologisch und klimatisch fast unwirksame Kraft*. Dies stimmt mit den Erfahrungen der historischen Geologie durchaus überein. Wir müssen die Tatsache ins Auge fassen, daß das geologische Geschehen seit Bildung der festen Kruste *keine einseitige Entwicklung* aufweist. Schon im Algonkium haben wir Meere und Festländer, wir haben dort Spuren von Vereisungen wie in der jüngsten Vergangenheit, und schon im Kambrium treffen wir auf ein ausgedehntes tierisches Leben, also auf Zustände, die sich von den jüngeren Epochen nicht grundsätzlich abzeichnen, nur eben, wie diese, große *Schwankungen* aufzeigen. Sicher ist eine Abkühlung und Schrumpfung der Erdrinde in den letzten zwei Milliarden Jahren erfolgt; aber der Effekt war im Vergleich zu anderen Einflüssen, vor allem der jährlichen Zufuhr und Abfuhr von Sonnenenergie, von der Bruchteile jahrhunderttausendelang gespeichert werden können, nur ganz unbedeutend.

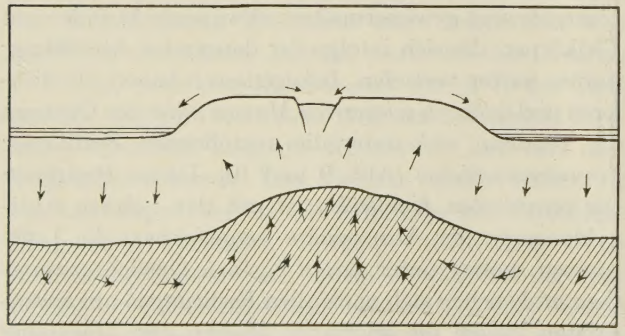


Abb. 10. Aufwölbung und Grabentektonik bei Kontinenten.

Wir wollen nun zu ermitteln suchen, *welcher Teil der Sonnenwärme* dazu verwendet wird, um auf der Erde morphologische Änderungen hervorzurufen. Als Mitteltemperatur der Erdoberfläche werden 14,4° angegeben. Andererseits ergibt eine Berechnung für die Meeresoberflächen allein, daß ihre Temperatur volle 3° höher steht als die der Landflächen (RUDZKI[1], S. 283). Auf dem Lande, wo der Untergrund unbeweglich ist, kann

[1] O. JESSEN, Die Randschwellen der Kontinente, Erg.-Heft 241 zu Peterm. Mitt. (1943).

[1] P. RUDZKI, Physik der Erde (1911).

ein erheblicher Wärmeaustausch mit anderen Teilen der Erdoberfläche nur über die Atmosphäre stattfinden. Anders auf dem Meere! Hier erlaubt die Beweglichkeit der Teilchen einen Austausch größten Stils sowohl mit den Polargegenden als mit der Tiefsee: die kalten Wassermassen können abtransportiert werden und ihren Kühlprozeß an anderer Stelle ausüben. Dies ist mit der Grund, warum die Oberflächentemperatur des Meeres höher steht als die des Festlandes. Aber wie stark ist bei der *Verlegung der Abkühlung* der Meeresboden *quantitativ* beteiligt? Darüber sollen uns einige einfache Überlegungen Aufschluß geben.

TRABERT[1] hat für die Kontraktion den Erdsektor betrachtet, der als Basis einen Teil der Erdoberfläche und als Spitze den Erdmittelpunkt hat. Er führt dabei die Rechnung so durch, als ob die Abkühlung sich *bis zum Erdzentrum* hin erstrecke; dadurch hat er seine an und für sich berechtigte Anschauung in Mißkredit gebracht (vgl. A. WEGENER[2], S. 38). In Wirklichkeit ist diese Annahme gar nicht notwendig, denn für die Schrumpfung des Erdmantels ist es gleichgültig, ob sich eine Schicht von 10 km Dicke um 10^0 oder eine solche von 100 km Dicke um 1^0 abkühlt. Die Temperaturdifferenz von etwa 150^0, die sich am Tiefseeboden gegenüber dem Landuntergrund einstellen muß, wird mit dem Erreichen der fluidalen Phase, d.h. in etwa 60 km Tiefe, verschwinden. Aber selbst hierüber brauchen wir keine besonderen Annahmen zu machen; wir wollen nur schätzen, wieviel Kalorien notwendig sind, um die von der Geologie ermittelten Senkungen zu erzielen, und diese Zahl in Beziehung zum Jahresumsatz der Sonnenstrahlung setzen. Die Senkung (mm/Jahr) sei d, der kubische Ausdehnungskoeffizient der beteiligten Gesteinsschicht β, ihre spezifische Wärme w, ihre Dichte s, ihre Dicke a; es finde jährlich eine durchschnittliche Temperaturerniedrigung um ϑ^0 statt und die dazu erforderliche Kalorienzahl sei x, dann ist

$$x = a \cdot s \cdot w \cdot \vartheta \text{ und } d = a \cdot \beta \cdot \vartheta,$$

$$\text{woraus } x = \frac{s \cdot w \cdot d}{\beta}.$$

Die Schichtdicke a und die Temperaturerniedrigung ϑ fallen also heraus und sind für die Berechnung der notwendigen Kalorien ohne Einfluß! — Es handelt sich jetzt nur noch darum, für die Konstanten plausible Werte einzusetzen, wobei zu beachten ist, daß es sich bei der Bestimmung von x nur um eine *Größenordnung* handelt. Ich setze $s = 3$, $w = 0{,}2$, $\beta = 0{,}00002$. Schwieriger ist es, Werte für die spez. Senkung d des Meeresbodens zu erhalten. Die Mehrzahl der Koralleninseln im Pazifik senken sich (MARSHALL[3], S. 32) und die Korallen wachsen an der Oberfläche nach; diese von DARWIN aufgestellte Theorie wurde neuerdings bei den Atombombenversuchen am Bikini-Atoll bestätigt[1]. Aber über das *Tempo* des Sinkens werden keine Angaben gemacht. Besser steht es mit Daten über Senkungen aus früheren Erdperioden; wir können wenigstens ermitteln, was im *Gleichgewichtszustand* an Senkungen wirklich auftritt. Zu beachten ist, daß die Senkung des Meeresbodens keineswegs an die Tiefsee mit ihren Temperaturen um 0^0 gebunden ist, sie findet vielmehr genau so in der Flachsee statt. Überall ist die Temperatur an der Oberfläche höher als am Grunde; dies trifft in gewissem Umfang auch für Süßwasserbecken zu. Abb. 11, die dem großen Werk von SCHOTT[2]

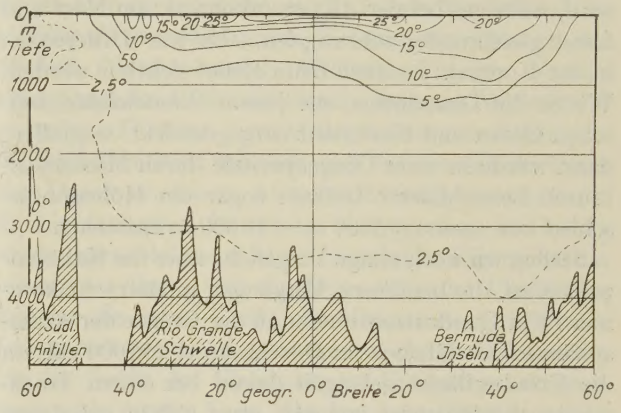


Abb. 11. Temperaturschnitt durch den Westatlantik (nach SCHOTT[2]).

entnommen ist, zeigt eindringlich, daß der Hauptabfall der Temperatur in den *obersten* Schichten stattfindet, daß also der Kühlprozeß schon hier kräftig wirkt; am Meeresgrund sucht sich, von Tiefenströmungen abgesehen, jeweils die Wintertemperatur der betreffenden Gegend einzustellen. Auf diese Art lernen wir verstehen, daß die Kontinentaltafeln so scharf zur Tiefsee *abbiegen*.

Zuverlässige Angaben über durchschnittliche Senkungen in größeren Zeiträumen erhalten wir, wie schon gesagt, aus den älteren Sedimenten, z.B. des Ruhrgebiets. Nach KAYSER-BRINKMANN[3] (S. 129) kommt man dort zum Ergebnis, daß der Boden der devonischen Geosynklinale 0,1 mm, der obere Karbontrog um 0,25 mm im Jahr absank und im gleichen Tempo durch Sedimente aufgefüllt wurde. Bei den hier aufgeführten Senkungen dürfte es sich, da sie aus *Geosynklinalen* entnommen sind, um Werte handeln, die *über* dem Mittel stehen. Wir gehen deshalb an die *untere* Grenze heran und nehmen als Richtwert $d = 0{,}1$ mm/Jahr. Auf diesen Wert kommt auch ZEUNER[4] bei seinen Untersuchungen über die Ursachen der Eiszeit. Damit erhalten wir für den Jahresbetrag an Kalorien, der einem Quadratzentimeter Meeresuntergrund durch das Kühlwasser entzogen wird:

[1] E. TRABERT, Lehrbuch der kosmischen Physik (Berlin 1911).
[2] A. WEGENER, Die Entstehung der Kontinente und Ozeane 5. Aufl., (Braunschweig 1936).
[3] P. MARSHALL, Oceania, Handbuch der regionalen Geologie 6, 2 (1911).

[1] «Neue Auslese», 2. Jahrgang (Alliierter Informationsdienst Baden-Baden); dort zitiert aus der Wochenschrift Time, Chicago.
[2] G. SCHOTT, Geographie des Atlantischen Ozeans (1944).
[3] E. KAYSER-BRINKMANN, Abriß der Geologie, 1. Bd. (1940).
[4] M. SCHWARZBACH (Ref. über F. E. ZEUNER) in Geol. Rundschau *35*, 94 (1948).

$$x = 300 \text{ cal/cm}^2 \cdot \text{Jahr}.$$

Der für Berechnung von x zugrunde gelegte Wert $d = 0{,}1$ mm, die Dicke einer Rasierklinge, mag gefühlsmäßig viel zu klein erscheinen. Aber wir müssen den *Zeitfaktor* in Betracht ziehen: 50 Millionen Jahre, als Maß für eine Orogenperiode, ergeben 5000 m *einseitige*, d.h. nur auf das Meer beschränkte Senkung, also einen zur Gebirgsbildung weitaus hinreichenden Betrag. Ganz wesentlich ist bei der neuen Betrachtung, daß durch das Kühlwasser beim Meer eine *abwärts* gerichtete, beim Land eine *aufwärts* gerichtete Bewegung eingeleitet wird und dadurch *morphologisch* wirksam wird, während bei der *Allgemein*kontraktion Meer und Land gleichmäßig schrumpfen, also nur Differenzen in der Kontraktion auch beim Relief sichtbar werden. Würde die Denudation, die jenem *Schaukelspiel* zwischen Ozean und Kontinent entgegenwirkt, wegfallen, dann würde in einer Orogenperiode durch Massenaustausch benachbarter Gebiete sogar ein Höhenunterschied von zweimal 5000 m = 10000 m entstehen.

Stellen wir noch einige Vergleiche über die Kalorienzahlen an, die bei diesen Vorgängen in Betracht kommen! Ein Quadratzentimeter an der Grenze der Atmosphäre erhält jährlich im Durchschnitt 255000 cal; an die Erdoberfläche gelangen davon bei einem Transmissionskoeffizienten von 44% etwa 112000 cal, denen eine ebenso große Zahl von *aus*gestrahlten Kalorien gegenübersteht. Auch auf dem Meer für sich werden im Gleichgewichtszustand annähernd soviel Kalorien abgegeben, als zugeführt werden (der höheren Temperatur entsprechend etwas *über* 112000); aber der Abkühlungsprozeß vollzieht sich nur teilweise an der Oberfläche, zum andern Teil in tiefer liegenden Schichten. Das *Wärmeleitungs*vermögen trägt hierzu nur sehr wenig bei, wohl aber die *Konvektions*strömungen, die das kalte Wasser von der Oberfläche wegführen. Nach DEFANT (entnommen aus KALLE[1], S. 19) beträgt der abwärts gerichtete Wärmestrom aus Wärmeleitung nur 44 cal/cm² pro Jahr, dagegen der durch Konvektion bedingte 18000 bis 36000 cal/cm² pro Jahr; er mag also rund ein Viertel des Oberflächensatzes umfassen. Die Wasserkühlung *könnte* also — und *wird* im Einzelfall — viel größere Senkungen hervorrufen, als dem Richtwert entspricht. Die davon abgezweigte Menge von 300 cal für Bodenkühlung ist davon nur ein kleiner Teil, aber immerhin noch das Fünffache des Abstroms an Erdwärme, der aus der geothermischen Tiefenstufe geschlossen wird. Viel wichtiger aber ist die *differenzierte* Wirkung der Kühlung auf Meer und Land! — Die Größenordnung der Meerbodensenkung muß sich auch in der durchschnittlichen Landhebung wiederfinden. Stellt man die Gesamtheit des Meeres der Gesamtheit des Festlandes gegenüber, dann muß man allerdings der verschiedenen Flächen wegen vom Land mehr als das Doppelte an Hebung erwarten. Da die Änderung der Dichte bei dem Massentransport nur gering ist, muß auch der Rauminhalt ungefähr gleichbleiben. Aber es handelt sich ja nur um Größenordnungen, und zeitlich betrachtet sind die Gegenspieler *benachbarte Räume* von Meer und Land, die einander kompensieren, so daß die *individuelle* Betrachtung an erster Stelle steht. Ferner setzt mit der Hebung des Landes immer zugleich die *Denudation* ein, die, *auf lange Sicht betrachtet*, mit der Hebung gleichen Schritt halten muß. Die *Abtragung des Landes* ist also zugleich ein *Maß für dessen Hebung*. Wir lernten schon im Ruhrgebiet als Betrag für die Senkung und gleichzeitige Sedimentation während des Devons den Wert 0,1 mm im Jahr kennen. Als Werte für *rezente* Abtragung seien hier angeführt: die Hochgebirgsflüsse der Alpen mit *Maximal*werten bis 0,5 mm/Jahr und als Beispiel für *Minimalwerte* die russischen Flüsse, die aus ihren weiten Ebenen nur 0,01 mm/Jahr herausführen[1]. Einen Mittelwert zu bilden, dürfte sehr schwer sein, da sich der Betrag der Denudation nicht bloß örtlich, sondern auch zeitlich stark ändert. Aber es genügt, hier festzustellen: Die Werte für die Abtragung harmonieren in der Größenordnung mit denen, die für die Senkung des Meeresgrundes gefunden wurden; der von PENCK für die Denudation angenommene Wert von *0,1 mm/Jahr* dürfte als *Richtwert für alle Vorgänge dieser Art* anzunehmen sein.

Auch in dem *dynamischen Gleichgewicht*, das ich für die Erdkruste an Stelle des statischen Gleichgewichts setze, treten dauernd Schwankungen ein. In den Schelfen findet eine Sedimentation statt, die ein Mehrfaches der Ablagerung in der Tiefsee ausmacht; diesem Vorgang haben die Schelfe teilweise ihre Entstehung zu verdanken. Über die geringe Sedimentation in der Tiefsee finden wir Angaben bei SCHOTT[2] für den Atlantik. Danach hat sich dort seit der letzten Eiszeit jährlich 0,018 mm Blauschlick, 0,012 mm Globigerinenschlamm und 0,005 mm roter Ton abgesetzt; die beiden letzten Sedimente umfassen je rund ein Drittel des Tiefseeareals. Die Ablagerung vermag also hier die Senkung bei weitem nicht auszugleichen. — Aber auch die Senkung kann sich nicht ins Endlose fortsetzen. Denn für die geschrumpfte Bodenschicht bleibt das Gewicht erhalten und das Gewicht der auflagernden Wassersäule vergrößert sich, aber nur so lange, bis der vergrößerte Druck hinreicht, die darunterliegenden zähflüssigen Massen zur Seite zu schieben und an weniger belasteten Stellen in die Höhe zu drücken. Der Eintiefungsvorgang ist mit einem Stempel zu vergleichen, der in einen Kübel mit Teig eintaucht: der Teig steigt nach Maßgabe des ausgeübten Drucks um den Stempel herum empor! — Diese Überlegungen lassen sich auch auf die isostatischen Bewegungen übertragen, die als Folge der diluvialen Eisbedeckung in Skandinavien und in Nordamerika festgestellt wurden. Als Beispiel für ihren

[1] K. KALLE, Der Stoffhaushalt des Meeres (1943).

[1] E. KAYSER-BRINKMANN, Abriß der Geologie, 1. Bd. (1940).

[2] G. SCHOTT, Geographie des atlantischen Ozeans (1944).

Betrag führe ich an, daß sich das Land bei Stockholm jährlich um 4,5 mm hebt — also um eine *höhere* Größenordnung, als wir bisher bei den Hebungen und Senkungen fanden. Dies entspricht aber dem viel rascheren Entstehen und Vergehen einer Inlandeisdecke; denn diese verhält sich zur normalen Bildung einer Sedimentdecke etwa wie die Wasserführung eines Flusses zu seinen Schwebstoffen. Bemerkenswert ist aber die Intensität, mit der die Erdkruste auf diese Belastung reagiert; dies ist ein handgreiflicher Beweis dafür, daß sich die Erdrinde von gewisser Tiefe ab nicht wie ein starrer, sondern wie ein *zähflüssiger* Körper verhält. Auch weitere Eigenschaften, z.B. die Aufpressung der Randgebiete durch die Inlandeismassen (nach SOERGEL) würden sich in das allgemeine Bild gut einpassen.

Kehren wir von den relativ kurzfristigen Vorgängen der Erdgeschichte zu den langfristigen zurück! Um sie richtig zu verstehen, müssen wir uns klarmachen, daß es sich nicht um ein Gleichgewicht handelt, das man mit den Gesetzen der Isostasie streng nachprüfen könnte. Wohl ist Isostasie in groben Zügen vorhanden, aber der Nachdruck *bei der Entwicklung* liegt darauf, daß sie durch die differenzierte Abkühlung von Meer und Land dauernd *gestört* wird, ohne daß es gelingen kann, ein *Dauergleichgewicht in der Lage* herzustellen. Wie bei den Zyklonen und Antizyklonen der Atmosphäre, entsteht eine ständige Strömung von den Orten des Überflusses zu denen des Abmangels, und dieser Kreisprozeß kann niemals aufhören, wenn nicht die erregenden *Ursachen* beseitigt werden — und diese liegen *in dem Gegensatz Meer—Land*. Beim Abkühlungsprozeß vertieft sich das Meer und erhöht mittelbar das Land, arbeitet also im Sinne einer *Verschärfung* der Gegensätze statt an ihrer Milderung, aber eben nur so lange, bis ihr die *entgegenwirkende Schwere*, die der *Isostasie* zustrebt, Einhalt gebietet. Dies ist der Vorgang, wenn wir ihn von der Seite der Mechanik betrachten; er führt, im Mittel gesehen, zu einem Kreisprozeß mit *stationärer Strömung*. Aber bei unserem Kreisprozeß gewinnt bald dieses, bald jenes Glied einen gewissen Vorsprung: in den ruhigen, länger dauernden Perioden sinkt das Meer ein; der Druck auf die fluidale Unterlage steigt, hat aber noch keine erheblichen Horizontal- und Aufwärtsbewegungen der Umgebung zur Folge. Diese erfolgen erst nach Speicherung der elastischen Kraft und erfolgen in plötzlicher Art, durch Ausbruch des Magmas und rasche Hebung in den Orogenen; aber auch die Hebung wird durch raschere Abtragung wieder ausgeglichen und leitet dadurch zum früheren Zustand zurück.

Die *Wärmemaschine*, die den Meeresboden zugunsten des aufsteigenden Landes sinken läßt, braucht als Ursache nur die Ausstrahlung der Meeresoberfläche, deren Wirkung teilweise auf den Meeresboden verlegt wird; sie verzichtet auf Radioaktivität und kosmische Kräfte, auch auf allseitige Kontraktion als Ursache der Gebirgsbildung, weil sie mit einfacheren Mitteln auskommt.

Wir wollen nun die Wirkungsweise unserer thermodynamischen Maschine im einzelnen näher ins Auge fassen! Nach der allgemeinen Annahme, die sich auf die Geschwindigkeit der Erdbebenwellen, auf gravimetrische Beobachtungen und auf allgemeine physikalische Überlegungen stützt, stellen die Kontinente leichtere Schollen (Sialmassen) dar, die im Schwimmgleichgewicht in ein schweres Medium (Simamassen) eintauchen; ferner muß die Dichte allgemein mit der Tiefe zunehmen. Für die tieferen Schichten muß man eine gewisse Fließfähigkeit annehmen; es müssen also die *elastischen Eigenschaften* des Erdinnern erörtert werden. Es ist hier zu unterscheiden zwischen der *Inkompressibilität* (Widerstand gegen Zusammendrückung), der *Righeit* (Torsionsmodul, Widerstand gegen Verformung) und der *Viskosität* (innere Reibung, Widerstand gegen das Fließen). Sowohl die Inkompressibilität als die Righeit müssen mit dem nach unten rasch wachsenden Druck *zunehmen*. Aber beide Größen messen nur die Eigenschaften, die sich bei Verringerung des Drucks wieder *zurückbilden*, d.h. die elastischen Eigenschaften im *engeren* Sinne. Für die Bemessung der Fließfähigkeit ist die dritte Größe, die Viskosität, maßgebend. Leider haben wir bis jetzt nur wenig Anhaltspunkte für die Größe der Viskosität im Erdinnern und sind auch nicht in der Lage, die dort herrschenden hohen Drucke im Laboratorium nachzuahmen. Sicher ist aber, daß die *Viskosität* mit dem Druck zwar zunimmt, *mit der Annäherung an den Schmelzpunkt* der Gesteine aber *abnimmt*, so daß in gewisser Tiefe trotz der ungeheuren Drucke ein zähflüssiger Zustand erreicht wird. Ferner ist gewiß, daß auch feste Körper imstande sind, länger auf sie einwirkende Kräfte in sich aufzuspeichern und dadurch Fließfähigkeit zu erreichen. Ein mit Pech gefüllter Eimer, dessen Inhalt man wie Glas zerhacken kann, fängt beim Umlegen nach einiger Zeit an auszufließen; eine an den Enden aufgelegte Siegellackstange biegt sich im Laufe der Zeit durch (A. WEGENER und K. WEGENER[1]). In welcher Tiefe findet nun der

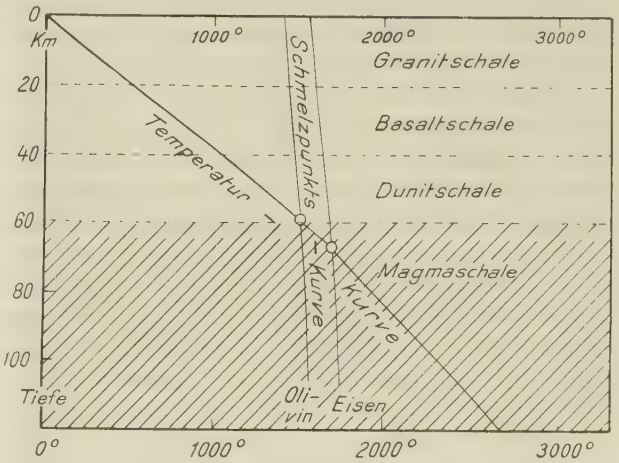


Abb 12. Zustand der Erdrinde. Skizze nach F. VON WOLFF[3].

[1] K. WEGENER, Die Physik der Erde (Braunschweig 1934).
[2] l.c. p. 248, Fußn. 1.

Übergang in den zähflüssigen Zustand statt? F. von Wolff[1] hat die Zunahme der Temperatur und die Erhöhung des Schmelzpunkts mit zunehmendem Druck in einer graphischen Darstellung vereinigt (Abb. 12). Da der Schmelzpunkt langsamer mit der Tiefe wächst als die Temperatur, wird er von dieser eingeholt — die schon erwähnte Tiefe von 60 km ist diejenige, in der auch schwer schmelzbare Gesteine trotz der hohen Drucke in den fluidalen Zustand eintreten; dabei ist der Übergang ganz allmählich, wohl schon von 40 km Tiefe ab, zu denken. — Auf einen etwaigen weiteren Übergang in den gasförmigen Zustand braucht hier nicht eingegangen zu werden, ebensowenig auf die Natur des inneren Erdkerns, weil diese Fragen für die Bildung der äußeren Erdrinde nur von geringer Bedeutung sind. Es sei nur bemerkt, daß oberhalb des kritischen Drucks und der kritischen Temperatur, die beispielsweise für Wasser bei 196 Atmosphären bzw. 370° liegen, ein grundsätzlicher Unterschied in den elastischen Eigenschaften gar nicht mehr festzustellen ist (Tammann nach Trabert[2], S. 557).

Von mancher Seite wird die Energiequelle für die Bildung der Erde einfach in der *stofflichen* Differenzierung gesucht, die beim Erkalten der Erde eintritt. Daß in der homogenen Masse, die wir im Erdinnern voraussetzen, beim Erkalten eine Spaltung eintritt, wird von keiner Seite bezweifelt. Die Sialmassen werden im wesentlichen mit den Graniten, die Simamassen mit den Basalten gleichgesetzt und man nimmt an, daß beide in gewisser Tiefe von olivinreichen Gesteinen (Dunit, Peridotit) mit höherer Dichte abgelöst werden. Die Umwandlung der oberen Schichten von den unteren her wird als Migmatisierung (eine Art Durchschwitzung und teilweise Injektion von Magma) beschrieben. Man könnte fragen, ob nicht auch durch diese chemischen Umwandlungen Wärmemengen frei werden, die die Gebirgsbildung hervorrufen. Aber die Erdgeschichte gibt uns dafür kaum irgendwelche Anhaltspunkte. Wir haben keinen Grund zur Annahme, daß sich in der Erdkruste, nachdem sie einmal gebildet war, in *energetischer* Beziehung viel geändert hat. Auch hier ist, wie beim Klima und den allgemeinen Lebensbedingungen, die wahrscheinlichste Annahme, daß die einseitigen Änderungen gegenüber heftigen, kurzfristigen Schwankungen nur gering sind. Wohl haben bei gewissen Gesteinen, so bei Kohle und Erdöl, gewisse Speicherungen stattgefunden, die jetzt abgebaut werden können; aber die dort zu gewinnenden Energiemengen sind nur ein geringer Bruchteil eines Jahresumsatzes (Wundt[3]). Wenn die Erde wirklich imstande wäre, aus ihrem Inneren erhebliche Energie abzugeben, müßte sich dies in einem örtlich oder zeitweilig gesteigerten Wärmefluß aus der Tiefe zeigen. Steigerungen der Vulkantätigkeit, Verringerung der geothermischen Tiefenstufe gehören nach allen Erfahrungen nicht zu den Lieferanten *erdweiten* Energiezuschusses, und auch die Orogene verteilen sich auf viele Millionen Jahre, so daß man in ihnen zwar eine Steigerung, aber nicht einen völligen Umsturz im Energieumsatz zu vermuten hat. Wir werden deshalb in dem jetzigen Verhalten der Erdrinde eine genügende Grundlage sehen dürfen, um auch ihr Verhalten in der Vergangenheit einigermaßen beurteilen zu können.

Um über die *Lokalisierung des Materialkreislaufes* zwischen Tiefseeböden und Festland ein Bild zu gewinnen, müssen wir über die Dichte der Sialschollen, der Simamassen und die sie unterlagernde zähflüssige Zone plausible Annahmen machen, die vor allem mit den Beobachtungen über die Erdbebenwellen, aber auch mit den gravimetrischen Beobachtungen und den Daten über die Temperaturverhältnisse im Einklang stehen. Mit Milankovitch[1] setze ich für die Kontinentalschollen den Wert 2,8, für die Schichten unter den Meeren 3,0 und für die fluidale Unterschicht 3,4. Bei diesen Annahmen liegt die isostatische Ausgleichfläche in 75 km Tiefe. Die fluidale Zone liegt also — im Gegensatz zu den Voraussetzungen anderer — unter den Kontinenten *näher* an der Oberfläche als unter den Meeren. So fordern es die von Milankovitch berechneten Bewegungen, so will es auch die Temperaturzunahme gegen das Erdinnere, die nur unter dem Festland ungestört ist. Milankovitch nimmt an, daß die Festlandsblöcke etwa 15 km weniger tief in den flüssigen Kern eintauchen als der feste Meeresboden (nur 60 km gegenüber 75 km). In dieser Tiefe muß der wirksame Druck des kühleren Meeresbodens gegen die oberste Schicht des fluidalen Kerns besonders groß sein (Abb. 9 und 10). Die zähflüssigen Massen unter den Kontinenten werden wie in einem Schraubstock zusammengepreßt. Naturgemäß wirkt sich dieser Druck an der Grenze Meer—Land am stärksten aus, wobei infolge der geringen Elastizität der Oberschicht Spalten, Gräben und Brüche entstehen. Die Brüche und Verwerfungen äußern sich in der *Erdbebenhäufigkeit*, die Füllung der Spalten mit aufgepreßtem Magma in der gesteigerten *Vulkantätigkeit* der Küsten. Da diese Kräfte dauernd am Werk sind, werden sich Gleichgewichtszustände verschiedener Art einstellen. Ist der Druck von unten nicht sehr stark, dann ist auch die Aufwölbung nur gering, die Denudation kann nachkommen (Epirogenese). Erhöht sich der Druck von unten, dann werden die oberen Schichten von den nachdrängenden glutflüssigen Massen aufgeschmolzen und es bilden sich Plutone, in denen tiefliegendes Material bis an die Oberfläche gefördert wird. Infolge des Nachhinkens der Abtragung wachsen die Gebirge, die Sedimentdecken werden schief gestellt und schließlich zur Faltung gebracht, während kristallines Gestein, durch Migmatisierung

[1] F. von Wolff, Stoff und Zustand im Innern der Erde, Nova acta Leopoldina (1943).

[2] E. Trabert, Lehrbuch der kosmischen Physik (Berlin 1911).

[3] W. Wundt, Meteor. Z. 325 (1939).

[1] M. Milankovitch, Kanon der Erdbestrahlung (Belgrad 1941).

und Umschmelzung entstanden, den Kern und die höchsten Teile des Gebirges erfüllt (Orogenese). Aber auch diese Gebirge werden abgetragen und bilden in späteren Orogenen die verfestigten Nähte größerer Flächen, die von der Gebirgsbildung nur wenig berührt wurden. Auf diese Art bilden sich weite Areale mit stärkerem Zusammenhalt, die einer Neufaltung einen gewissen Widerstand entgegensetzen, die sog. *Kratone*. Ein solches Kraton (Beispiel Südafrika) kann aber durch zangenartige Pressung von beiden Seiten gehoben und nach oben gewölbt werden, wodurch in der Mitte Dehnungen und Grabenbrüche entstehen[1]. In andern Fällen (Beispiel Südostasien) finden am Rand großer Kratone immer neue Anfaltungen statt, wobei die entstehenden Falten zunächst als Inselgirlanden auftreten. Charakteristisch für solche Gegenden sind tiefe Gräben und dahinter breite Schelfe, da starker Faltungstätigkeit auch starke Abtragung entspricht. Der Schelf ist ganz allgemein als Produkt der Abtragung im Widerspiel zur Auffaltung anzusehen, wobei aber seine Bildung in sehr alte Zeiten zurückgehen kann. Er ist eine aus dem Materialkreislauf sich ergebende Notwendigkeit, die Antwort der Denudation auf die randliche Hebung der Kontinente.

Der primäre Vorgang ist aber immer die Eintiefung der Meere. CLOOS[1] und SONDER[2] verdanken wir die Beobachtung, daß diese Eintiefung *feldartig* erfolgt, indem sie die Erdkugel in ein vielgestaltiges Polyeder aufzulösen versucht. Am Rande solcher Felder kann eine Abbiegung der Kontinentalränder erfolgen, die sich z.B. in den merkwürdigen untermeerischen Flußrinnen des Kongo, Hudson usw. kundgibt. Aber bei der Größe der Felder findet sich eine auffallende Differenzierung, auf die WÜST[1] beim Vergleich der Ozeane aufmerksam gemacht hat: «Die einheitliche Gleichförmigkeit der Böden macht es wahrscheinlich, daß die pazifische Zentralmulde wesentlich ‚durchgängiger' ist und nicht in zahlreiche Polygonalfelder zerlegt wird. Die Bodentemperatur variiert in der pazifischen Tiefsee zwischen 50° S und 50° N von 0,6°C bis 1,2°C, also um 0,7°C, während allein im Boden des begrenzten brasilianischen Beckens Temperaturdifferenzen von 1,6°C auftreten.» Der Zusammenhang des Meerbodenreliefs mit den Tiefseetemperaturen tritt also klar zutage! — Zur Frage der *Permanenz* der Ozeane ist zu sagen: Man kann wohl gewissen Teilen der Erde, z.B. dem Pazifik, eine gewisse Permanenz zuerkennen, nicht aber den Mittelmeeren, vielleicht nicht einmal dem Atlantik und dem Indik. Dieselben Kräfte, die am Rand des Pazifischen Ozeans die Kette der Anden auftürmten, können auch alte Kontinente an ihren Schwächezonen (Geosynklinalen) aufspalten, indem der unterirdische Druck die Festlandsteile allmählich voneinander entfernt — so beim Gondwanaland! Die Drift WEGENERS erscheint demnach als Folge allmählicher Eintiefungen von Meeresarmen. Dabei kommt auch die Dehnungstheorie von GUTENBERG[1] zu ihrem Recht, indem bei den auseinanderdriftenden Kontinenten die Oberschicht ausgedünnt und teilweise durch schweres Magma ersetzt wird. Auf diese Art erklären sich gewisse Eigenschaften des Atlantik, der in seinem Verhalten zur Schwere und den Erdbebenwellen eine Zwischenstellung zwischen Festland und Pazifik einnimmt. — Umgekehrt kann aber auch, wenn diese Bewegung eine Grenzlage erreicht, wie das heute in Südamerika der Fall zu sein scheint, ein rückläufiger Druck eintreten und sich an der alten Geosynklinale der mittelatlantischen Schwelle auswirken. Diese ist, wie aus Erdbebenbeobachtungen zu schließen, das Objekt eines erneuten Aufbaus, während die Küsten des Südatlantik von Erdbebenerscheinungen verhältnismäßig frei sind.

Aber vielleicht sind diese Spekulationen schon zu weit gegriffen. Sie sollen nur die Möglichkeiten aufzeigen, die sich durch Anwendung der Kühlbodenhypothese auf das Relief der Erde auftun. Selbstverständlich werden andere, früher schon besprochene Kräfte in keiner Weise in Abrede gestellt. Wir wollen einige dieser Kräfte aufzählen, ohne daß wir über das Verhältnis ihrer Wirksamkeit bis jetzt viel aussagen können. Die Auffaltung der großen Kettengebirge von den Alpen bis zum Himalaya dürfte als Hauptursache eine Unterströmung von seiten des mesozoischen Mittelmeers, der *Tethys* haben; aber auch die *Polfluchtkraft* war beteiligt, indem sie bei diesen Gebirgen ihren Steilabfall nach Süden begünstigte. — Die *Westdrift* der Kontinente, eine Folge der Gezeitenreibung, mag dazu beigetragen haben, die Anden aufzustauen, während sich der Kreislauf an der Westküste des Pazifik infolge geringeren Widerstands in einzelne Ketten und Girlanden auflöste. — In keinem Fall darf außer acht gelassen werden, daß wir ungeheuer lange Entwicklungen hinter uns haben, und daß ähnliche Vorgänge, wie sie sich im jüngsten Orogen abgespielt haben, auch schon Hunderte von Jahrmillionen vorher, teilweise an den gleichen Stellen, stattgefunden haben. Schon in den ältesten Teilen der jetzigen Erdkruste müssen wir Umbildungen, Aufschmelzungen von Sedimenten vermuten. RITTMANN[1] sagt: «Die erste Sialscholle entstand aus den Ursedimenten durch Granitisierung; zur Erhaltung der Isostasie stieg sie empor und wurde zur Keimscholle der Kontinente.» Die Geosynklinalen, die wir mit ursprünglichen Schwächezonen der Erdrinde gleichsetzten, können daher jetzt sowohl von Meeren als von Gebirgen im Sinne von Nahtstellen der Felderstruktur eingenommen werden. Ihr Charakteristikum ist also nicht hohe oder tiefe Lage, sondern ihre Disposition zur Veränderlichkeit bei relativer Konstanz der geographischen Lage. Sie sind die Geburtsstätten der

[1] H. CLOOS, Gespräch mit der Erde (1947).

[2] Geologische Rundschau *30* (1939) mit dem Atlantisheft und dem Zwischenheft (4a) von CLOOS. Enthält zahlreiche Beiträge zu diesen Fragen, von denen zitiert sind: BUCHER, S. 285; CLOOS, S. 401, 637; JUSTI über KIRSCH, S. 790; RITTMANN, S. 52; SONDER, S. 28; S. WÜST, 132.

[1] H. CLOOS, Gespräch mit der Erde (1947).

Orogene, während die Felder den Baustoff zur *Epirogenese* liefern. Als permanent sind also außer den weiten Flächen des Pazifik einige alte *Kratone* (Kanada, Nordeuropa, Sibirien, Südafrika usw.) anzusehen in dem Sinne, daß sie als Ganzes geschlossen beieinander blieben, ohne aber dadurch gelegentlichen Überflutungen durch das Meer zu entgehen.

Zu beachten ist bei der hier entwickelten *Kühlbodenhypothese:* Wenn man der Theorie der Kontinentenverschiebung und der Isostasie vorwirft, sie gehe von einem bestimmten Anfangszustand aus und lasse die Entwicklung dort erst beginnen, oder sie bringe zwangsläufig die Annäherung an einen Gleichgewichtszustand, so bleibt bei der neuen Hypothese der *Fluß der Erscheinungen* dauernd *aufrechterhalten*. Ungleichheiten an der Oberfläche beobachten wir fast bei allen Himmelskörpern — denken wir nur an die Sonnenflecken oder die Mondkrater — und solche müssen auch bei der ersten Bildung der festen Erdkruste vorhanden gewesen sein, selbst wenn wir von der Pickeringschen Hypothese der Mondablösung absehen. Wenn aber eine ungleiche Bedeckung mit Meer und Land einmal vorhanden war, dann wirkte die Ansammlung kalten Wassers am Grunde der Meere zu allen Zeiten dahin, daß die Tiefe des Meeres vergrößert und der Rand des Festlandes aufgewulstet wurde. Gleichzeitig aber schaffte die Denudation das emporgehobene Material ins Meer zurück und hielt den unterirdischen Druck auf die Küsten aufrecht. Dieses Spiel konnte und kann nie ein Ende finden, denn die Unstetigkeit Meer—Land und die physikalische Verschiedenheit des Wassers vom festen Gestein kann niemals einem Gleichgewichtszustand weichen, solange die jetzigen, aber schon Milliarden von Jahren vorhandenen Bedingungen weiterbestehen. Der Satz *natura non facit saltus* erleidet eben in der Physik und daher auch in der Geomechanik erhebliche Einschränkungen.

Durch die neue Hypothese wird auch auf das *rhythmische* Geschehen in der Erdgeschichte ein neues Licht geworfen. Das Absinken des kalten Wassers in die Tiefe erfolgt verhältnismäßig rasch, viel langsamer die Ausbreitung der kalten Temperaturwelle in den Untergrund. Wie lange es dauert, bis eine Bewegung in der fluidalen Zone dadurch ausgelöst wird, läßt sich schwer beurteilen, aber sicher ist, daß die Aufschmelzung, die mit dem Aufstieg des Magmas verbunden ist, zunächst eine große Aufspeicherung von Wärme erfordert, weil die Schmelzwärme aller Stoffe ihre spezifische Wärme vielfach übersteigt. Unter diesen Umständen muß sich eine Ansammlung von Wärme lange Zeit vorbereiten, ehe der Ausbruch wirklich stattfindet. Die Gebirgshebung ist daher ein relativ plötzlicher Vorgang, dem die gleichzeitig einsetzende Denudation meist nicht voll nachkommen kann; es entstehen Hochgebirge und Täler mit unausgeglichenem Gefäll, Senken ohne Abfluß. Eine lange Zeit der Ruhe im Anschluß an die Orogene ist notwendig, um die entstandenen Höhenunterschiede wieder auszugleichen und den Meeresboden neu zu belasten. Das Mesozoikum mag ungefähr das Fünffache an Zeit umfassen, verglichen mit der Orogenperiode des Tertiärs. Die Erde wird noch weitere Orogene erleben, aber es werden wohl Hunderte von Millionen Jahre bis dahin verstreichen! — Daß *Eiszeiten* auf die Zeiten der Gebirgsbildung folgen, wollte man früher damit begründen, daß die Gebirge durch die Hebung befähigt wurden, größere Gletscher zu erzeugen. Diese etwas primitive Erklärung kann man jetzt durch eine andere ersetzen. Die *Orogenesen* sind zugleich Perioden der allgemeinen Hebung des Landes und des Auftauchens von Landbrücken; dadurch entsteht bei *Anhäufung von Festländern um die Pole* eine zunehmende Schwierigkeit für die warmen Äquatorialströmungen, in die Nähe der Pole zu gelangen; die *Warmwasserheizung der Polargegenden fängt an, zu versagen.* Dies war im Permokarbon durch Landanhäufung um den Südpol, im Diluvium durch ebensolche um den Nordpol der Fall. Infolgedessen konnten die astronomisch bedingten kühlen Sommer und der wachsende Reflexionseffekt ihre Wirksamkeit ausüben. Aber die Entwicklung einer Eiszeit ist nur eine Möglichkeit, nicht eine Notwendigkeit; so hat der Karbonnordpol, der im nördlichen Pazifik, also in Meerumgebung, lag, keinerlei Eisspuren hinterlassen.

Summary

In reviewing the theories of the formation of the earth, we miss a unifying force that keeps the mechanism in movement. Isostasy, contraction, radioactivity alone are not sufficient, in as much as additional "cosmic" forces must be called to help. In developing further the theory of the sub-surface streamings, we have gone into the effect of the oceanic cold floors. A part of the cooling process that maintains equilibrium with the solar radiation is displaced through the sinking of the cold water to the bottom of the sea. The cooled and therefore heavier bottom presses upon the adjacent fluid zone and produces a sub-surface streaming of the solid lands which are thus raised up, especially at their edges. The denudation of the solid land carries the thrown-up masses back again into the sea, and thus arises a compression of the outer shell that furthers the process already begun and maintains it in a circulatory form. — The rhythmical character of the earth's history can be explained from the interruptions that this circulatory process has suffered through physical discontinuities.

Editor's remark: The following article treats a problem of especial interest at the present time, primarily by means of the statistical method. No experimental findings were made, and the authors emphasize that too far-reaching conclusions from their expositions probably are not justified. We are glad to publish the article of the American authors, however, because we believe in this case that we should pass on the valuable stimuli to further investigation.

Cosmic Radiation and Cancer Mortality

By P. A. Morris[1], Swarthmore, Pa., and W. J. Nickerson[2], Boston, Mass.

In the light of recent investigations concerning the relationship between cosmic radiation and cancer[3], and the production of radiocarbon from cosmic radiation[4], the authors anticipate further experiments which will seek to demonstrate the existence of correlations between certain fluctuations in the intensity of cosmic radiation and cancer incidence or mortality. We have endeavored to include in the present paper a collection of data which will serve primarily as a basis for discussion and perhaps as a starting place for further investigations. Two types of variation in the total intensity of cosmic radiation come to mind immediately; the geomagnetic latitude effect and the altitude effect. The magnitude of these effects may be observed in Figs. 1 and 2, respectively.

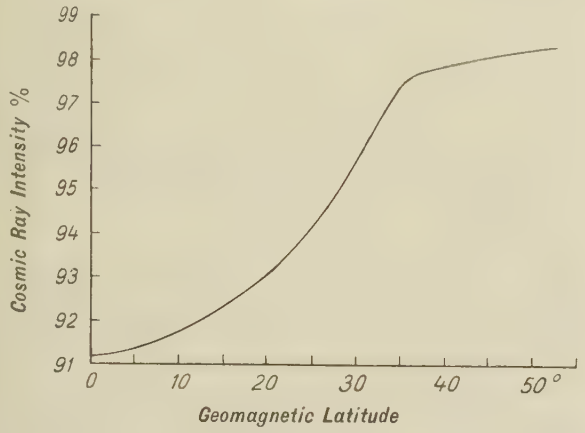


Fig. 1. – Cosmic Ray Intensity vs. Geomagnetic Latitude[5].

It will be observed in Fig. 1 that the minimum intensity occurs in the region of the geomagnetic equator and is of the order of 10% less than the total intensity incident in the high latitudes. The maximum displacement in latitude that a location on the earth's surface can undergo in conversion from geographic to geomagnetic coordinates is approximately 11·5 degrees. Even in the region of most rapid change in total intensity, this displacement in latitude would correspond to a change of less than 4% in the total intensity of cosmic radiation as observed at sea level (it should be remembered that there exists a 4% change in intensity between sea level and approximately 1,000 feet). It is doubtful, therefore, if one can distinguish between geographic and geomagnetic latitude in any variation with latitude that might exist in rates of cancer incidence or mortality as a result of the variation in total intensity of cosmic radiation.

Data on cancer mortality for countries and cities of the world have been obtained from various sources (as indicated) and plotted against the geographic and geomagnetic latitudes of the region. That the mortality rates for certain types of cancer do vary with latitude is demonstrated by Figs. 3–6, 11, 13, 15. That there is little choice between geomagnetic latitude and geographic latitude may be observed by a comparison of Figs. 3 and 4, and Figs. 5 and 6. The variation is not clearly defined, however, because of the scatter of the separate observations. The scatter may be entirely statistical, owing to the nature of the observations (including

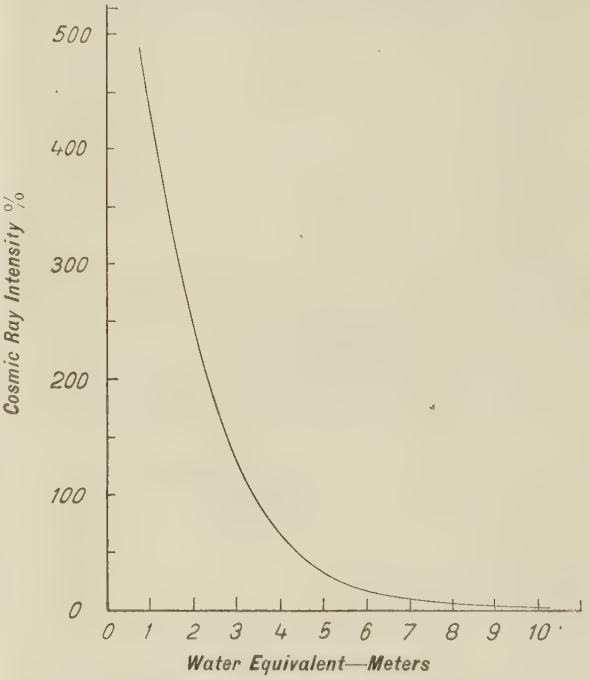


Fig. 2. – Cosmic Ray Intensity vs. Altitude[1].

[1] Bartol Research Foundation of the Franklin Institute, Swarthmore, Pa.

[2] Wheaton College, Norton, and Tufts Medical School, Boston, Mass. – Guggenheim Memorial Fellow at Carlsberg Laboratories, Copenhagen, Denmark, 1947–8.

[3] J. Eugster and V. F. Hess, Die Weltraumstrahlung (kosmische Strahlung) und ihre biologische Wirkung. (Orell-Füßli-Verlag, Zurich 1940). – F. H. J. Figge, Science *105*, 323 (1947).

[4] E. C. Anderson et al., Science *105*, 576 (1947).

[5] After A. H. Compton and R. N. Turner, Phys. Rev. *52*, 799 (1937).

[1] After I. R. Bowen, R. A. Millikan, and H. V. Neher, Phys. Rev. *52*, 80 (1937).

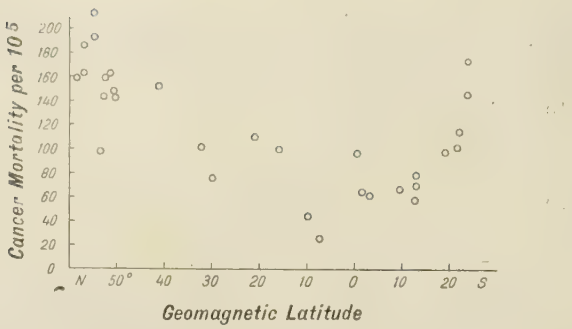


Fig. 3. – Cancer Mortality vs. Geomagnetic Latitude for Cities in the Western Hemisphere larger than 300,000[1].

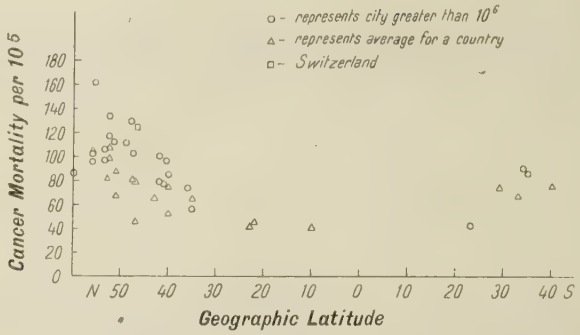


Fig. 6. – Cancer Mortality vs. Geographic Latitude throughout the world [2].

diagnosis), or may be caused by reasons unknown. It is conceivable that the entire variation may be a function of climate, or other phenomena, which vary with the latitude and which tend to favor carcinogenesis. However, in so far as the authors are aware, there does not exist at this time any known relationship between carcinogenesis and phenomena which are known to vary more or less directly with the absolute value of the latitude (as required for agreement with the relationships shown in Figs. 3 to 6), such as temperature range and extremes, humidity range and extremes, duration of daylight, etc. It has been suggested by Pittard[2] that ethnical considerations play an important role in cancer incidence. We do not feel that the data available at present are sufficient to be conclusive on this issue.

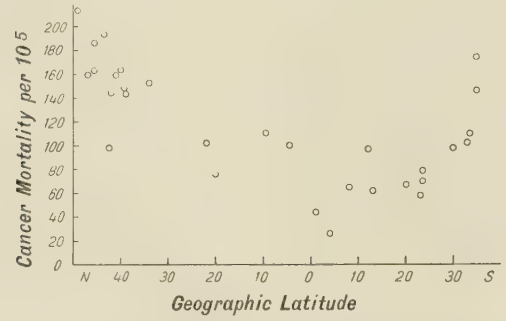


Fig. 4. – Cancer Mortality vs. Geographic Latitude for Cities in the Western Hemisphere larger than 300,000.[1]

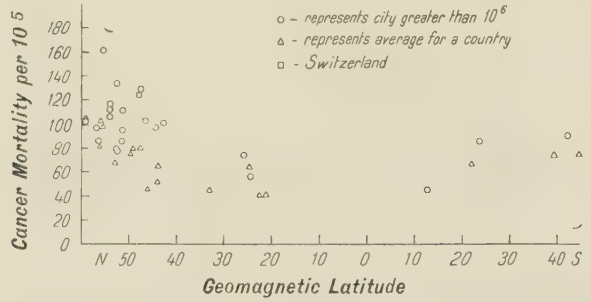


Fig. 5. – Cancer Mortality vs. Geomagnetic Latitude throughout the world[3].

The possible importance of the factors above mentioned prohibits, at the present time, the conclusion that the latitude effects of certain types of cancer mortality are, or are not, a function of variation in cosmic radiation. In addition, it should be remembered that radiation from radioactive sources plays an important role in the amount of radiation sustained by an individual.

In an effort to compare the strengths of different radiations to which the body is subject we shall use the gram röntgen unit. The gram röntgen shall be defined as the amount of radiation which will produce $1{\cdot}6 \cdot 10^{12}$ ion pairs per gram. (This figure corresponds to one electrostatic unit of ions per cm^3 in air.) We find, then, that the equivalent radiation received from cosmic rays is of the order of 10^{-4} röntgen/day[1]. The gamma radiation from the earth's surface is also of the order of 10^{-4} röntgen/day[3], although this figure is subject to wide variations due to local conditions. In comparison with these figures, it can be shown that the radiation from the K^{40} in the body is sufficient to subject a man to the order of 10^{-4} röntgen/day. To sum up, then, we find that the primary radiation from cosmic rays is probably not different by an order of magnitude from the radiations received by natural sources to which the body is exposed. While the values given in röntgen units for gamma and for K^{40} radiation probably represent near maximal values, the secondary radiation from cosmic ray showers may subject an organism to a vastly greater intensity of ionizing radiation[4].

In addition to the radiations mentioned above, it may prove valuable to investigate further the effects of the latitudinal distribution of ultra-violet light on normal mutation production[5]. Some very interesting

[1] Data for period 1936–42 as published in Pub. No. 195 Pan American Sanitary Bureau: Biostatistical and Epidemiological Report on the Americas (R. H. Martinez, 1943).

[2] E. Pittard, Exper. *2*, 306 (1946).

[3] Data for period 1908–12 as published by Hoffman, The Mortality from Cancer throughout the World (Prudential Press, 1915).

[1] A. H. Compton and I. A. Getting, Phys. Rev. *47*, 817 (1935).

[2] See footnote 3, left column.

[3] V. F. Hess, Carnegie Inst. of Wash. Year Book *43*, 54 (1944).

[4] N. Arley, Stochastic processes and their application to the theory of cosmic radiation (Gads Forlag, Copenhagen, 1943).

[5] Experimental induction of skin cancer in mice by ultra-violet radiation has been shown by H. F. Blum, J. Nat. Canc. Inst. *5*, 89 (1944).

Fig. 7. – Cancer Mortality vs. Urban Percentage of Population for each of the United States[3].

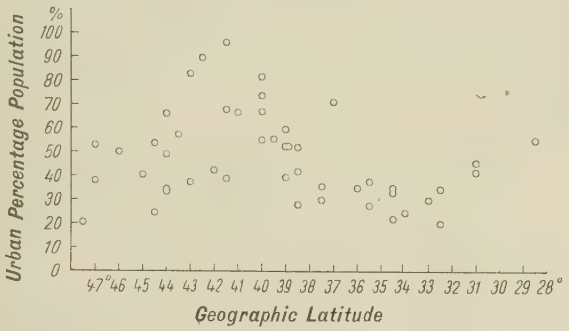


Fig. 8. – Urban Percentage of Population vs. Geographic Latitude[3].

work has already been done along these lines by Hollander and Emmons[1], for example. However, it should be remembered that the latitudinal distribution of total ultra-violet intensity is approximately the inverse of the relationship shown in Fig. 1 for cosmic radiation (note Fig. 12).

As pointed out by Figge[2], the cosmic ray shower producing properties of ceilings, roofs and other building materials, might lead to an increased amount of radiation sustained by persons who spend long periods of time in office buildings and the like. One must remember, however, that the low energy rays, which are the most prolific shower producers, and the low energy rays which are their progeny, are also those rays which are most readily absorbed by screening materials.

Whereas it has been known for some time[4] that cancer mortality rates are higher in urban areas than rural areas (see Fig. 7), it is impossible to conclude at this time that this indicates a correlation between cancer mortality and intensity of cosmic radiation. Fig. 7 is presented to show the good correlation between cancer mortality rates and percentage of urban population in a state. However, the criticism may arise that this conclusion is unjustified because of the higher concentration of urban areas in the northern section of the United States, where the mortality is higher, than in the southern section, generally speaking. For this reason, we show in Fig. 8 the percentage of urban population in a state plotted against the average latitude of the state. We believe that the difference in the degree of correlation between the two graphs is sufficiently large to give strong evidence for the correlation between urban percentage and cancer mortality rates. In addition, if we extrapolate the data in Fig. 7 to the 100% urban population of a city (which may or may not be justified) we find the rate of 150 per 100,000 in good agreement with the rates given for cities in the United States.

Further significance is given to this phenomenon when one considers the present trend in mortality rates at ages over 45 from all causes of death. According to Watkins and de Sao Paulo[2] the mortality at ages above 45 has generally been declining and the rates of decline are greater in industrialized areas than in non-industrialized ones. The increase in cancer mortality rates, therefore, appears as a counter current.

If it is assumed that a correlation between total cancer mortality and the distribution of cosmic ray intensity does exist, as indicated by Figs. 3 to 6, one might be led to consider only those functions which vary directly with latitude as being intimately related to carcinogenesis. This restriction would direct one's attention toward physical phenomena and effectively exclude all biological function. (Biological investigations have emphasized the unity in biochemical processes and the constancy of the species. These are not matters, so far as we know, that are subject to varia-

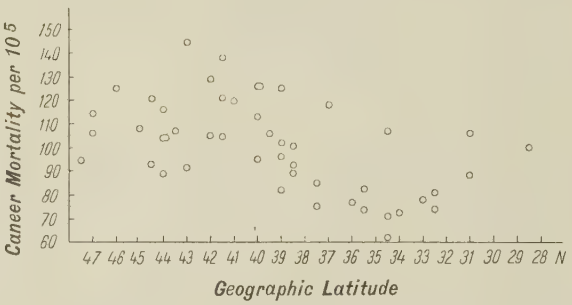


Fig. 9. – Cancer Mortality vs. Geographic Latitude for each of the United States[1].

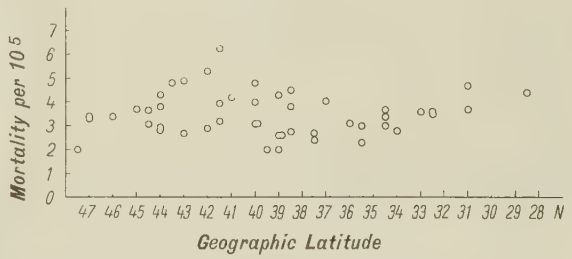


Fig. 10. – Buccal Cavity and Pharynx Cancer Mortality vs. Geographic Latitude for each of the United States[1].

[1] A. Hollander and C. W. Emmons, Symposia on Quantitative Biology (Cold Spring Harbor) *11*, 78 (1946).

[2] F. H. J. Figge, Science *105*, 323 (1947).

[3] Data for 1935–7, J. Nat. Canc. Inst. *6*, 251–299 (1946).

[4] F. L. Hoffman, The Mortality from Cancer throughout the World (Prudential Press, 1915).

[1] Data for 1935–37, J. Nat. Canc. Inst. *6*, 251–299 (1946).

[2] J. H. Watkins and S. de Sao Paulo, Yale J. Biol. a. Med. *19*, 443 (1947).

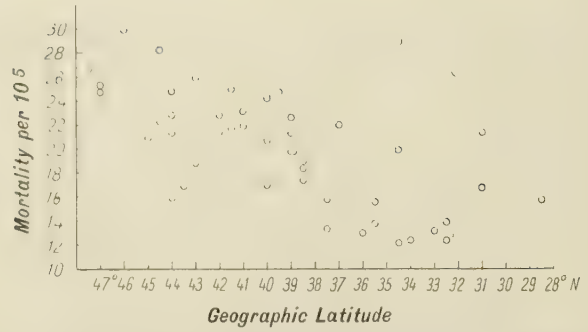


Fig. 11. – Stomach and Duodenum Cancer Mortality vs. Geographic Latitude for each of the United States[1].

tion with latitude[2].) However, there are well authenticated examples of unequal distribution of resistance and susceptibility to disease among populations within the human race. Cancer of the breast is frequently cited[3] in this connection. It might be that the distribution reflected in Figs. 3 to 6 for total cancer mortality, is related to clinical variables that vary noticeably with latitude (Fig. 11) and are sufficiently potent to control

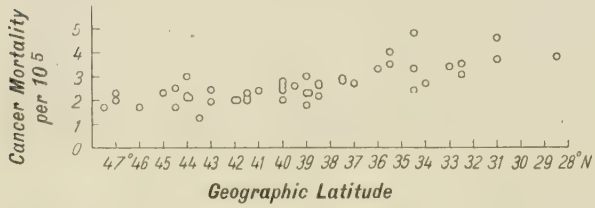


Fig. 12. – Skin Cancer Mortality vs. Geographic Latitude for each of the United States[1].

the form of the curves for the distribution of total cancer mortality (Figs. 3 to 6). Other variables, that are less potent, may be independent of latitude (Figs. 10 and 14), or may vary indirectly as the latitude (Fig. 12) and be the result of different causes.

Perhaps the most fruitful field in the endeavor to discover whether or not a significant correlation exists between cancer incidence and mortality and cosmic

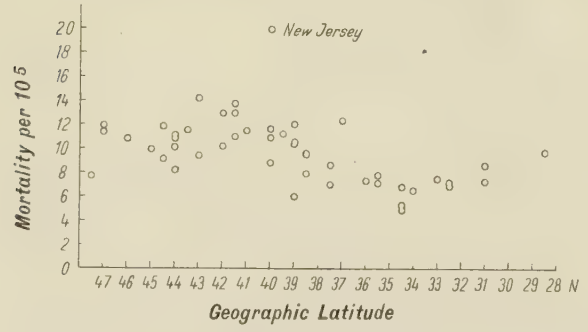


Fig. 13. – Breast Cancer Mortality vs. Geographic Latitude for each of the United States[1].

[1] Data for 1935–37, J. Nat. Canc. Inst. *6*, 251–299 (1946).

[2] Fertility has been considered to vary with latitude; it is thus of interest that J. Barnóthy and M. Forró, Exper. *4*, 31 (1948) have demonstrated the lethal action of cosmic ray showers on the progeny of mice and of rabbits.

[3] F. L. Hoffman, loc. cit.

radiation, will be a study of altitude effects. The change in the total intensity of cosmic radiation from sea level to 5,000 feet is the order of a factor of two. The authors were unable to obtain sufficient data on cancer mortality with respect to altitude to present a graph. However, we should like to point out the singular position of the data for Switzerland. The mortality rate in Switzerland is approximately 1·8 times the average rate for other countries in the same latitude (see Figs. 5 and 6).

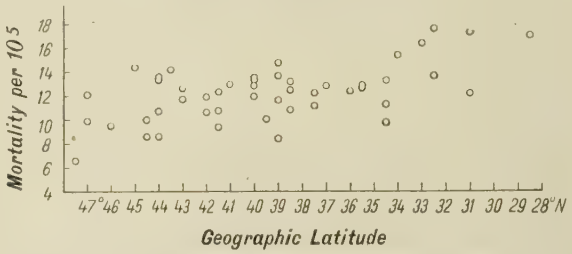


Fig. 14. – Liver and Biliary Passages Cancer Mortality vs. Geographic Latitude for each of the United States[1].

In compiling the data, the rates for cancer mortality were obtained from the sources mentioned on the graphs. The geomagnetic latitude was computed for each point from the following relationship, which assumes the earth's magnetic field as that of an eccentric dipole[2]:

$$\sin \lambda = \cos \psi \cos (\omega - \varphi) \cos L + \sin \psi \sin L$$

where

λ = Geomagnetic latitude of the place
ψ = Geographic latitude of North magnetic pole
φ = Geographic longitude of North magnetic pole
ω = Geographic longitude of the place
L = Geographic latitude of the place.

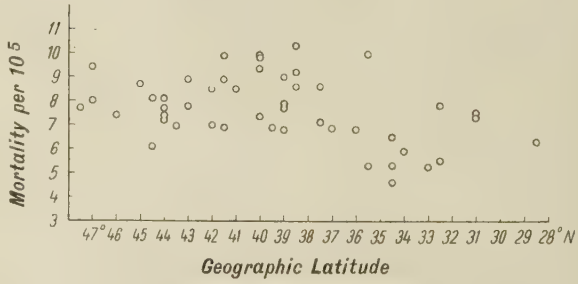


Fig. 15. – Uterus Cancer Mortality vs. Geographic Latitude for each of the United States[1].

The authors have made no correction for altitude in the data here presented, because most of the data are for sea level locations and the large scatter of these points does not warrant the application of altitude corrections to the others.

It will be noted that the authors have confined themselves, in speaking of cosmic radiation, to the

[1] Data for 1935–37, J. Nat. Canc. Inst. *6*, 251–299 (1946).

[2] L. A. Bauer, Terrestrial Magnetism *28*, 1 (1932).

total intensity. By this we mean all types of particles or rays whose origin may be traced to the incoming primary cosmic radiation. In the endeavor to establish a relationship between cosmic radiation and carcinogenesis, it may be well to keep in mind the various types of particles and rays that occur in the secondary radiation which is incident at the earth's surface, and to remember that their frequency distribution with respect to altitude, latitude, and absorbing or shower producing material may be quite different from that manifested by the total radiation.

(Vide addendum p. 284)

In conclusion, we should like to express our appreciation and gratitude to Professor G. de Hevesy and Drs. L. J. Mullins, J. Ottesen, K. Zerahn, and W. F. G. Swann for reading the manuscript and offering advice.

Zusammenfassung

Es wird versucht, die Krebssterblichkeit in verschiedenen Orten und Ländern mit der dort vorhandenen Intensität der kosmischen Strahlen in Verbindung zu bringen. Gewisse klinische Faktoren beeinflussen allem Anschein nach die offensichtliche Abhängigkeit der Krebssterblichkeit von der geographischen Breite und damit von der Stärke der kosmischen Strahlen. Im Hinblick auf neuere experimentelle Ergebnisse (Erzeugung von kosmischen Strahlenschauern unter Blei und Krebserkrankungen) wird auf den Zusammenhang zwischen Krebssterblichkeit und «percent urbanity» hingewiesen. Die Häufigkeit bestimmter Krebsarten ist indessen, das muß betont werden, von der geographischen Breite vollkommen unabhängig. Bei der Auswertung des angeführten Materials ist einige Vorsicht notwendig; definitive Schlußfolgerungen sind noch nicht möglich. Es werden Vorschläge zum Ausbau dieser Forschungen gemacht.

Das organische Wachstum und seine Gesetzmäßigkeiten

Von Ludwig von Bertalanffy[1], Wien

1. *Einleitung*

Daß Pflanzen, Tiere und Menschen wachsen, ist eine banale Tatsache; daß nicht nur die Bäume nicht in den Himmel wachsen, sondern daß das Wachstum auch bei Tier und Mensch eine Grenze findet, ebenfalls. Fragen wir in der Physiologie über das Problem des Wachstums nach, so berichtet sie uns eine Fülle von Tatsachen über *Beeinflussungen* des Wachstums, wie sie beispielsweise durch die Ernährung, die Temperatur, den Lebensraum eines Organismus, insbesondere aber durch Wirkstoffe, wie Hormone und Vitamine, bedingt sind. Aber die Physiologie ist bisher kaum der Frage nähergetreten, welches denn die Gründe des Wachstums *als solches* sind. Das Wachstum beruht auf der Fähigkeit der Assimilation durch die einzelnen Zellen und den Gesamtorganismus; aber warum hört es schließlich auf? Das kann nicht an den Zellen liegen; wir wissen ja, daß in der Gewebekultur tierische Zellen unbegrenzt leben, wachsen und sich teilen können. In der Physiologie finden wir bisher kaum eine Erklärung für das Wachstum, außer dem Hinweis auf einen recht mysteriösen «Wachstumstrieb», und in führenden Darstellungen und Lehrbüchern lesen wir Sätze wie etwa: «Ebensowenig wie wir etwas über die Ursachen des Wachstums wissen, ebenso unerklärlich bleibt uns schließlich seine Abnahme im Alter», oder: «Die innere Ursache des Wachstums ist unbekannt».

Eine recht unbefriedigende Antwort auf eine Frage, die zweifellos ein grundlegendes Phänomen des Lebens betrifft. Wir wollen ihr eine zweite, nicht weniger unbequeme Frage anschließen. Die Organismen treten uns als eine Fülle unzähliger Gestalten des Tier- und Pflanzenreichs entgegen. Mit dieser Formenfülle setzt sich die Biologie in verschiedener Weise auseinander. Sie beschreibt und ordnet sie in der Morphologie, sie untersucht diese Gestalten im Hinblick auf die Funktionen, welche sie leisten, in der physiologischen Anatomie, sie lehrt sie uns in ihrer keim- und stammesgeschichtlichen Entwicklung usw. verstehen. An einem bestimmten Punkt bleiben wir jedoch unbefriedigt. Die organischen Formen scheinen sich einer *quantitativen Analyse* zu entziehen; wir können anscheinend ihre Vielfalt nur beschreiben, nicht aber exakt faßbare Gesetzmäßigkeiten für sie aufstellen.

Wachstum und Gesetze der organischen Formen — damit sind zweifellos zwei grundlegende Probleme des Lebendigen angegeben. Ist die eben angedeutete Resignation nun notwendig, oder vermögen wir doch Wege ausfindig zu machen, diese Probleme einer gedanklichen und damit schließlich auch praktischen Beherrschung zugänglich zu machen? In der Tat vermag die Forschung den genannten Problemen auf verschiedenen Wegen, die im folgenden skizziert seien, näherzukommen. Soweit nicht anders angegeben, beruht die folgende Darstellung auf den Arbeiten des Verfassers und seiner Mitarbeiter[1].

Wir wollen mit einer ganz allgemeinen Feststellung beginnen. Die Formen, in denen uns das Lebendige gegenübertritt, sind nur äußerlich beständig und gleich-

[1] Zoologisches Institut der Universität Wien.

[1] L. v. Bertalanffy, Roux' Arch. *131*, 613 (1934); Human Biol. *10*, 181 (1938); Roux' Arch. *140*, 81 (1940); Biol. generalis (Wien) *15*, 1 (1941); (mit M. Rella) Roux' Arch. *141*, 33 (1941); Biol. Zbl. *61*, 510 (1941); (mit I. Müller) Riv. Biol. *35*, (1943); Z. vergl. Physiol. *30*, 139 (1943); Biol. Zbl. *63*, 446 (1943); Forsch. u. Fortschr. *19*, 13 (1943); Z. Rassenkde. *13*, 277 (1943); (mit O. Hoffmann-Ostenhof und O. Schreier) Nature *158*, 948 (1946); Mh. Chem. *79* (1948); (mit O. Schreier) Österr. Zool. Z. (im Druck).

bleibend; in Wirklichkeit sind sie Ausdruck eines immerwährenden Geschehensflusses; sie *sind* nicht, sie *geschehen*. Jede organische Form beharrt in einem ständigen Wechsel ihrer Bestandteile; durch den Stoffwechsel, worin der Organismus steht, sind seine Baubestandteile von einem Zeitpunkt zum anderen nicht mehr die gleichen. Forschungen der letzten Jahre, die sich moderner physikalisch-chemischer Hilfsmittel, der Einführung des schweren Wassers und radioaktiver Isotope der Bauelemente des Organismus, bedienten (vgl. besonders die Untersuchungen von Schoenheimer und Mitarbeitern, Zusammenfassung bei v. Bertalanffy[1], 1942, S. 185ff.), haben gezeigt, daß dieses «Stirb und Werde» im Organismus mit einer früher kaum angenommenen Geschwindigkeit erfolgt. Wir finden diesen ständigen Wechsel der Baubestandteile auf allen Niveaus der biologischen Organisation. In der Zelle geht eine fortwährende Zerstörung ihrer Baumaterialien vor sich, in der sie als Ganzes beharrt. In vielzelligen Organismen sterben fortwährend Zellen ab und werden durch neue ersetzt. Der Prozeß der physiologischen Regeneration, beispielsweise der Haut oder der Drüsen, worin Zellen immer wieder abgestoßen werden, zeigt anschaulich, wie die Form durch einen Prozeß getragen wird. So erscheint jedes organische Gebilde, von einem bestimmten Standpunkt aus betrachtet, als beständig, als stationär; gehen wir aber einen Schritt tiefer, so finden wir, daß diese Beharrung einen ständigen Wechsel der nächstuntergeordneten Teile bedeutet: der chemischen Komponenten in der Zelle, der Zellen im vielzelligen Organismus usw.

Mit dieser allgemeinen Erkenntnis ist sozusagen eine Schlüsselstellung gewonnen, von der aus wir die eingangs erwähnten Probleme aufrollen können. Wir können die organischen Formen nicht nur als Ausdruck eines Bauplans, in Hinblick auf ihre Funktionsbezogenheit und als etwas keim- und stammesgeschichtlich Gewordenes betrachten, sondern auch als Ausdruck eines geordneten Geschehensflusses, eines geordneten Systems von Kräften. Diese Betrachtungsweise mögen wir als die einer *dynamischen Morphologie* (v. Bertalanffy[2]) bezeichnen, und wir werden sehen, daß sich von hier aus zunächst die Frage nach den Grundlagen des Wachstums als solchem wie auch die der organischen Formen aufhellen läßt.

2. *Das Wachstum des Organismus als eines Ganzen*

Betrachten wir zunächst eine typische Kurve des *zeitlichen Wachstumsverlaufs*, z.B. eines Fisches (Abb. 1), so zeigt diese Kurve eine sehr charakteristische Gestalt. Beim Längenwachstum finden wir, daß die Länge des Fisches zuerst rasch zunimmt; diese Zunahme verringert sich allmählich. Einen anderen Charakter trägt das Gewichtswachstum. Das Gewicht des Fisches nimmt am Anfang langsam zu, dann folgt eine Zeit rascher Zunahme, die sich endlich wiederum verlangsamt. Die Kurvenform zeigt daher beim Längenwachstum ein einfaches Abklingen, beim Gewichtswachstum hingegen S-Form, wobei der Übergang von zunehmender zu abnehmender Wachstumsgeschwindigkeit, der Wendepunkt der Kurve, bei etwa einem Drittel des schließlich erreichten Endgewichtes liegt. Dies ist, wie

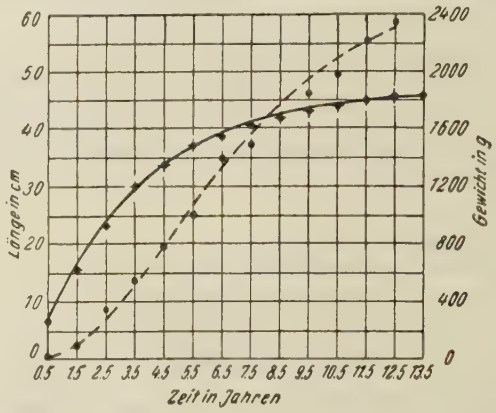


Abb. 1. Der typische Verlauf der Wachstumskurven bei Wirbeltieren. Wachstum des Brachsen, *Abramis brama*. (Nach v. Bertalanffy[1]).

——— Längenwachstum, – – – – Gewichtswachstum. Die ausgezogenen Kurven sind nach den im Text erwähnten Wachstumsgesetzen berechnet, die sich aus den dort ausgeführten Überlegungen ergeben. Die Form dieser Wachstumsgesetze ist für das Längenwachstum:

$$l = L - (L - l_0)\, e^{-kt};$$

für das Gewichtswachstum:

$$g = \left[\sqrt[3]{G} - \left(\sqrt[3]{G} - \sqrt[3]{g_0}\right) e^{-kt}\right]^3.$$

l, g Länge bzw. Gewicht zur Zeit t; L, G Endlänge bzw. Endgewicht; l_0, g_0 Anfangslänge bzw. Anfangsgewicht; k Konstante des Abbaustoffwechsels; e Basis der natürlichen Logarithmen.

gesagt, der am meisten verbreitete Fall des Wachstums. Allerdings werden wir später sehen, daß es auch andere Typen des Wachstums gibt.

Wie ist dieser charakteristische Verlauf des Wachstums zu erklären? Der Organismus erhält sich, wie wir sagten, in einem ständigen Wechsel seiner Bestandteile. Fortwährend geht organisches Baumaterial durch natürliche Abnutzung zugrunde. Fortwährend werden anderseits Materialien in den Organismus eingeführt, die im Betriebsstoffwechsel teilweise dazu dienen, in rascher Verbrennung die Energien zu liefern, deren der Organismus zur Erhaltung seiner Leistungen, zur Bewegung, Drüsensekretion usw., bedarf, die aber anderenteils zum Wiederaufbau von Körpersubstanz verwendet werden. Der Organismus wächst, wenn der Aufbau von Baumaterialien den Abbau überwiegt; er geht in einen stationären Zustand über, wenn beide Prozesse ins Gleichgewicht kommen.

Natürlich sind diese Prozesse des Stoffwechsels von einer ungeheuren Kompliziertheit. Für eine quantitative Analyse des Wachstums können wir jedoch mit Bilanz-

[1] L. v. Bertalanffy, Theoretische Biologie, 2. Bd., Stoffwechsel, Wachstum (Berlin 1942).

[2] L. v. Bertalanffy, Biol. generalis (Wien) *15*, 1 (1941).

[1] L. v. Bertalanffy, Roux' Arch. *131*, 613 (1934).

werten rechnen, wie dies ja auch in der Physiologie des Stoffwechsels und der Ernährung geschieht, wenn etwa der Gesamtstoffwechsel eines Tieres durch die Bestimmung seiner Atmung oder seiner Kalorienproduktion gemessen wird, ohne daß die tatsächlich unübersehbaren Prozesse des intermediären Stoffwechsels in die Rechnung eingesetzt werden könnten oder müßten. Wir wollen das eben Gesagte in einem mathematischen Ausdruck formulieren:

$$\frac{dy}{dt} = \eta\, y^n - \varkappa\, y^m. \qquad (1)$$

In Worten: die Veränderung der Körpermasse y ist gegeben durch die Differenz zwischen den Prozessen aufbauender und jenen abbauender Art; η und $\varkappa$ sind Konstanten des Auf- bzw. Abbaues, die für die betreffende Art charakteristisch sind; die Exponenten n und m besagen, daß Auf- und Abbau irgendwelchen Potenzen des Körpergewichtes y proportional seien. Diese Formulierung enthält kaum eine Hypothese.

Um diesen allgemeinen Ausdruck für die Erklärung und Berechnung des Wachstums anwenden zu können, müssen wir zunächst nähere Rechenschaft über die Abhängigkeit der Ab- und Aufbaufunktionen von der Körpergröße ablegen. Wir beschränken unsere Erwägungen auf das Wachstum von Tieren und Mikroorganismen. Bei der grünen Pflanze liegen die Verhältnisse anders. Was zunächst die Abbauprozesse anbelangt, so sind diese durch die physiologisch ständig erfolgende Zerstörung von Zellteilen, Zellen und Geweben bedingt: jede lebende Zelle unterliegt durch die in ihr wirksamen Zellfermente einer allmählichen Zerstörung; sichtbar finden wir Abnutzung der äußeren Haut, von Haaren und anderen Anhangsgebilden, Zugrundegehen von Epithelien der inneren Organe, Verlust von Körpersubstanz durch Drüsensekretion, Zugrundegehen von Blut usw. Wir fassen diese Abbauprozesse zusammen in der sog. Abnutzungsquote von Rubner. Quantitativ kommt hier vor allem der Verlust eiweißartiger Bestandteile in Betracht; die Abnutzungsquote kann daher als Eiweiß- oder Stickstoffwechsel gemessen werden. Die physiologische Erfahrung zeigt, daß, zumindest in einer guten ersten Annäherung, die Abnutzungsquote oder der Verlust an körpereigener Bausubstanz einfach proportional ist dem Körpergewicht, d.h. in der Zeiteinheit geht ein annähernd konstanter Bruchteil des jeweiligen Körpergewichts verloren. Zum Beispiel findet man beim Menschen bei Beobachtung des Eiweißverlustes im Hunger, daß pro Kilogramm Körpergewicht etwa 1 g Eiweiß täglich verlorengeht. Da also die Abnutzung einfach proportional dem Körpergewicht gesetzt werden kann, können wir in unserer Gleichung (1) den Exponenten m einfach gleich 1 setzen.

Anders verhält es sich mit den Prozessen des *Aufbaues*. Dieser wird im allgemeinen durch gewisse Oberflächen im Körper reguliert. Wir werden auf die Gründe dafür sogleich zurückkommen. Vorläufig kann folgendes festgestellt werden. Wenn ein Körper, ohne seine Form zu ändern, an Größe zunimmt, so nehmen seine Oberflächen verhältnismäßig weniger zu als das Volumen: je kleiner ein Körper ist, desto größer ist im Verhältnis seine Oberfläche, wie man sich durch den Vergleich einer Semmel mit einem großen Brotlaib leicht klarmachen kann; bei der Semmel gibt es, im Verhältnis zur Schmolle, mehr Rinde, d.h. Oberfläche. Solange also ein wachsender Organismus klein ist, sind die für den Aufbau verantwortlichen Flächen im Verhältnis zum Volumen und zur Körpermasse groß; daher baut das Tier mehr auf, als es verbraucht, und er-

Tabelle I

Stoffwechseltypen und Wachstumstypen

A. Die Aufbauprozesse sind abhängig von der Resorption bzw. den resorbierenden Oberflächen.

a) Mikroorganismen:

1. Fall proportionalen Wachstums: Linear- und Volumenwachstumskurve wie unter B I: Kugelbakterien, Hefe.

2. Fall ausschließlichen Längenwachstums: Linear- und Volumenwachstumskurve exponentiell: Stäbchenbakterien.

b) Wahrscheinlich Turbellarien.

B. Die Aufbauprozesse sind abhängig von der Atmung.

Stoffwechseltypus	Wachstumstypus	Beispiele
I. Die Atmung ist von der Oberfläche abhängig.	a) Linearwachstum: Die Wachstumskurve geht *ohne Wendepunkt* in allmählicher Abflachung einem Endwert (stationärer Zustand) zu. b) Gewichtswachstum: Die Wachstumskurve ist *S-förmig* mit einem Wendepunkt bei etwa einem Drittel des Endgewichtes und geht einem Endwert (stationärer Zustand) zu.	Fische, Säugetiere
II. Die Atmung ist von der Masse abhängig.	Die Linear- und Gewichtswachstumskurve ist *exponentiell*. Das Wachstum geht nicht einem stationären Zustand zu, sondern ist an sich unbegrenzt und erscheint nur durch Metamorphose, jährliche Zyklen und dgl. abgebrochen.	Insektenlarven, Orthopteren, Heliciden
III. Die Atmung steht zwischen Oberflächen- und Gewichtsabhängigkeit.	a) Linearwachstum: Die Wachstumskurve *mit Wendepunkt* geht einem Endwert zu. b) Gewichtswachstum: Die Wachstumskurve ist *S-förmig* und ähnlich der unter 1 b.	Planorbiden

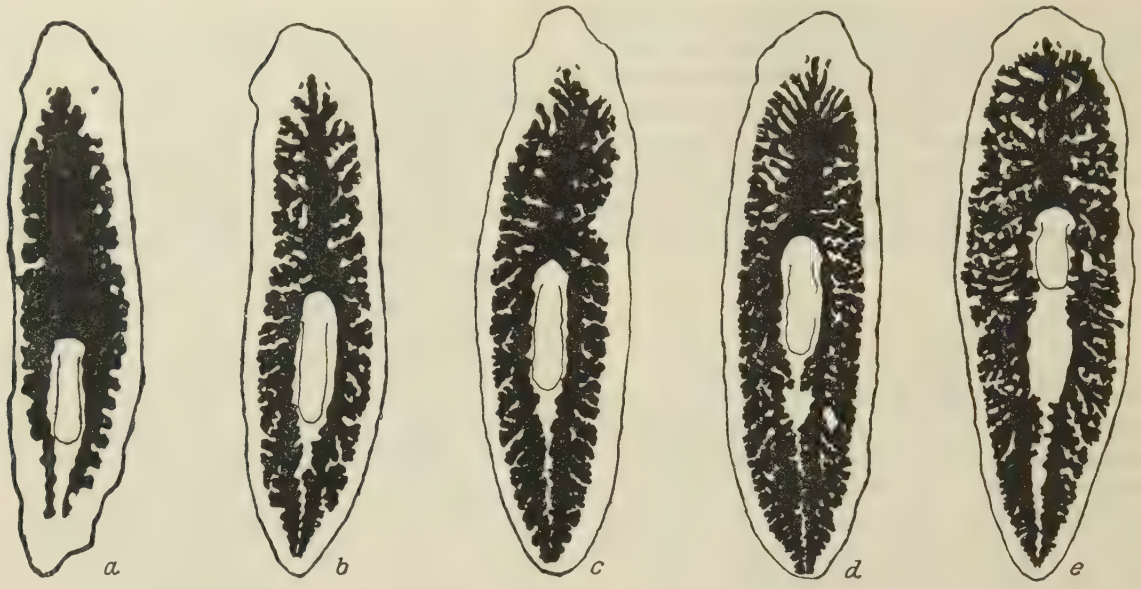


Abb. 2. Konstanz des Verhältnisses Darmfläche/Außenfläche bei *Planaria maculata*. Verschieden große Tiere (Gewicht *g* 0,04, 1,6, 3,5, 9, 19,5 mg) in gleicher Länge dargestellt. Trotz Zunahme der Körpergröße über drei Größenordnungen und zunehmender Darmverzweigung bleibt das Verhältnis Darmfläche/Außenfläche konstant und beträgt nach den Messungen etwa 73%, d.h. die Größe der für die Nahrungsresorption dienenden Oberflächen nimmt im Verhältnis zum Körpergewicht progressiv ab. (Nach v. Bertalanffy[1]).

übrigt so einen Überschuß für das Wachstum. Wenn sich aber die Körpermasse vermehrt, so bleiben die Oberflächen im Verhältnis zum Volumen zurück; daher nimmt der Überschuß, der dem Organismus für das Wachstum bleibt, allmählich ab. Schließlich kommt es zu einem stationären Zustand, worin der Aufbau nur die Abnutzungsquote deckt, der Organismus erübrigt nichts mehr für das Wachstum, er ist «erwachsen» (Hesse[2]). Das eben Gesagte läßt sich mathematisch formulieren; wir erhalten auf diese Weise exakt gefaßte mathematische Gesetze des Wachstumsverlaufes. Die Ableitung ergibt automatisch und quantitativ jene charakteristischen Kurvenverläufe, die wir in Abb. 1 für Längen- und Gewichtswachstum kennenlernten, und wir sind in der Lage, mit Hilfe dieser Gesetze das Wachstum eines Tieres exakt zu berechnen, ja bei Kenntnis der notwendigen Konstantenwerte vorauszusagen.

Nun müssen wir zu der offengelassenen Frage zurückkehren, warum die Aufbauprozesse von einer Oberfläche abhängig sind. Eine genauere Untersuchung zeigt, daß es eine ganze Anzahl von verschiedenen Typen des Wachstums gibt. Was wir an solchen bisher kennen, ist in Tabelle I zusammengefaßt. Die folgende Darstellung muß sich auf Hervorhebung der grundsätzlichen Züge beschränken, während im einzelnen auf die Originalpublikationen hingewiesen sei.

Zunächst ein Beispiel, wo die *relative Abnahme der Körperflächen*, welche die Nahrungsaufnahme besorgen und damit für den Aufbau verantwortlich sind, quantitativ festgestellt werden konnte. Die Strudelwürmer besitzen einen schön verästelten Darm, dessen Oberfläche durch geeignete Methoden ausgemessen werden kann. Diese Messung zeigt folgendes: wenn die Tiere an Körpergewicht von einigen Hundertstelmilligramm bis zu etwa 20 mg zunehmen, so wird der Darm zunehmend länger und reicher verästelt; aber das Verhältnis der Größe der Darmoberfläche zur Außenoberfläche bleibt weitgehend konstant (Abb. 2), d.h. die die Nahrung resorbierenden Flächen nehmen im Verhältnis zur Körpermasse in ungefähr gleichem Verhältnis ab wie die äußere Oberfläche eines beim Wachstum seine Form nicht verändernden Körpers, obgleich allerdings jene Oberflächen hier nicht einfach durch die äußeren Oberflächen, sondern durch die komplizierte innere Oberfläche des sich in seiner Gestalt wesentlich verändernden Darmes vertreten sind. Diese Abnahme der resorbierenden Darmflächen im Verhältnis zum Volumen kann als die Grundlage für die allmähliche Verlangsamung und schließliche Einstellung des Wachstums betrachtet werden.

Komplizierter, aber besonders interessant sind die Verhältnisse, die wir bei höher organisierten Tieren vorfinden. Zu ihrem Verständnis muß etwas weiter ausgegriffen werden.

Die Physiologie hat sich vielfach mit der Frage beschäftigt, in welchem Verhältnis der Energiestoffwechsel eines Tieres zur Körpermasse steht. Grundlegend ist hier die sog. Oberflächenregel des Stoffwechsels von Rubner. Sie besagt, daß der Energiewechsel oder die Atmung, die als Verbrauch von Sauerstoff, Produktion von Kohlensäure oder Kalorien gemessen werden kann, im allgemeinen nicht mit dem Gewicht, sondern nur mit der Oberfläche des betreffenden Organismus

[1] L. v. Bertalanffy, Roux' Arch. *140*, 81 (1940).
[2] R. Hesse, Über Grenzen des Wachstums (Jena 1927).

Tabelle II
Hundeversuch *von* Rubner

Körpergewicht in Kilogramm	Kalorienabgabe pro Kilogramm	Kalorienabgabe pro m^2 Körperoberfläche
3,1	85,8	1909
6,5	61,2	1073
11,0	57,3	1191
17,7	45,3	1047
19,2	44,6	1141
23,7	40,2	1082
30,4	34,8	984

ansteigt. Da kleine Tiere relativ größere Oberflächen haben als große, erscheint bei diesen die Atmung relativ höher als bei jenen. Wie das klassische, in Tabelle II wiedergegebene Beispiel zeigt, nimmt die Kalorienzahl pro Gewichtseinheit mit steigender Größe ab, bleibt aber konstant, wenn sie auf die Einheit der Körperoberfläche bezogen wird. Rubner hat dieses Prinzip zunächst für Säugetiere aufgestellt und aus den Verhältnissen der Wärmeregulation erklärt: Da bei allen Warmblütern die Körperwärme etwa 37°C beträgt, da weiterhin der Wärmeverlust durch die Körperoberfläche stattfindet, so muß die Energieproduktion der Körperoberfläche proportional sein. Weitere Untersuchungen (v. Bertalanffy, v. Bertalanffy-Müller[1], hier auch Angabe und Verwertung der sonstigen Literatur) lehrten jedoch zweierlei: erstens, daß die Oberflächenregel des Energiewechsels auch für viele kaltblütige Organismen zutrifft, so daß sie als solche in weitem Umfange gültig, die von Rubner gegebene Erklärung jedoch zu eng ist, denn bei einem Kaltblüter fällt die Bluterwärmung des Körpers und damit die Wärmeregulation weg. Zweitens aber stellt die Oberflächenregel nur einen der möglichen Fälle, allerdings den verbreitetsten und wegen seines Zutreffens bei Wirbeltieren wichtigsten dar. Neben ihm kommen aber noch andere Formen der Größenabhängigkeit des Energiestoffwechsels vor. Wir gelangen so zur Aufstellung von *Stoffwechseltypen* in Hinblick auf die Abhängigkeit der Atmung von der Körpergröße.

Wie es verschiedene Stoffwechseltypen gibt, so gibt es auch verschiedene *Wachstumstypen*. Den meistverbreiteten Fall der Wachstumskurve haben wir bereits besprochen; aber es gibt auch andere Typen des Wachstumsverlaufes. Es ist nun gelungen, zwischen Stoffwechseltypen und Wachstumstypen einen *bindenden Zusammenhang* aufzufinden, *der einerseits eine Erklärung und eine streng faßbare Gesetzmäßigkeit für jenes biologische Grundphänomen, anderseits die Grundlegnug einer vergleichenden Physiologie des Wachstums ermöglicht.*

Die Untersuchung lehrte nämlich, daß die Atmung als der limitierende Faktor für die Aufbauprozesse anzusehen sei. Wie angedeutet, steht die Atmung bei verschiedenen Tiergruppen in verschiedenem Verhältnis zum Körpergewicht. Setzen wir in die Grundformel (1) für die Konstante n, welche die Abhängigkeit des Aufbaues von der Körpermasse angibt, den aus der Größenabhängigkeit der Atmung gefundenen Wert ein, so ist es möglich, aus dem Stoffwechseltypus eines Tieres, in Hinblick auf die Abhängigkeit der Atmung von der Körpergröße, den Wachstumstypus *vorauszusagen*. Die-

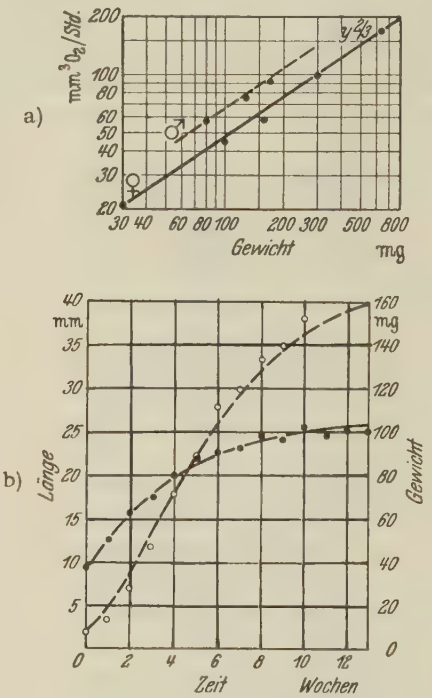


Abb. 3. Stoffwechsel und Wachstum bei dem Zahnkarpfen *Lebistes reticulatus*.
a) Abhängigkeit der Atmung von der Körpergröße in allometrischer Darstellung (nach v. Bertalanffy und I. Müller[1]); b) Wachstumskurven (♂) (nach v. Bertalanffy[2]). ——— Längenwachstum, – – – – – Gewichtswachstum.

se Prophezeihung hat sich in sämtlichen bisher untersuchten Fällen restlos bestätigt, und wir haben bisher drei Stoffwechsel- und ihnen entsprechende Wachstumstypen unterschieden.

Die Form der Abhängigkeit der Atmung von der Körpergröße kann am besten durch eine allometrische Darstellung (vgl. S. 263) festgestellt werden: Wird die Atmungsgröße logarithmisch gegenüber dem Körpergewicht aufgetragen, so erhält man eine gerade Linie, deren Neigung (tg des mit der Abszisse gebildeten Winkels) jene Abhängigkeit sofort erkennen läßt ($\mathrm{tg}\,\alpha = {}^2/_3$ bei Oberflächen-, $\mathrm{tg}\,\alpha = 1$ bei Gewichtsabhängigkeit).

Der *erste Typus* gilt für die Wirbeltiere. Bei ihnen ist, wie schon erwähnt, die Atmung proportional einer Oberfläche (oder der ${}^2/_3$-Potenz des Gewichtes) (Abb. 3a). In diesem Falle ergibt sich aus der Grundgleichung

[1] L. v. Bertalanffy, Biol. Zbl. *61*, 510 (1941); Forsch. u. Fortschr. *19*, 13 (1943); (mit I. Müller) Riv. Biol. *35* (1943); Z. vergl. Physiol. *30*, 139 (1943); Biol. Zbl. *63*, 446 (1943).

[1] L. v. Bertalanffy–I. Müller, Riv. Biol. *35* (1943).
[2] L. v. Bertalanffy, Human Biol. *10*, 181 (1938).

des Wachstums (1) der uns schon von den Fischen her bekannte Wachstumsverlauf (Abb.1.u.3b). Ohne auf die mathematischen Ableitungen einzugehen, ersehen wir aus der Betrachtung der Wachstumskurve bereits deren beide wichtigste Kennzeichen: 1. das Wachstum geht einem stationären Zustand zu, 2. die Wachstumskurven für Gewicht und Länge sind charakteristisch verschieden; die erstere hat einen Wendepunkt an einer bestimmten Stelle, nämlich bei ungefähr $\frac{1}{3}$ (genau 29,6%) des Endgewichtes, die letztere zeigt einfach exponentielles Abklingen. Zahlreiche Beispiele der numerischen Berechnung, welche zeigen, wie genau die erwähnten Wachstumsgesetze eine Berechnung erlauben, finden sich in den erwähnten Arbeiten.

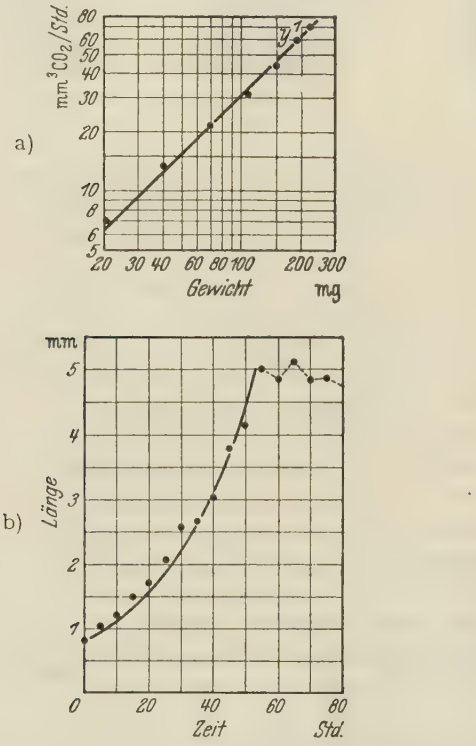


Abb. 4. Stoffwechsel und Wachstum bei Insektenlarven.
a) Abhängigkeit der Atmung von der Körpergröße bei der Mehlkäferlarve (nach v. Bertalanffy und Müller[1]); b) Wachstum der Larven von *Drosophila* (nach Daten von Alpatov aus: v. Bertalanffy[2]).

Nicht immer ist indes die Atmung von der Oberfläche abhängig. Z. B. findet man bei Insektenlarven und Landschnecken (vgl. dazu auch Liebsch[3], Kittel[4]), daß im Gegensatz zur Rubnerschen Regel die Atmung nicht der Oberfläche, sondern einfach der Masse proportional ist (Abb. 4a). In diesem Falle haben wir einen *zweiten Wachstumstypus* zu erwarten. Wenn nämlich die Atmung, und damit der Aufbau, mit einer Oberfläche geht, der Abbau aber mit dem Gewicht, dann holt schließlich, wie wir sahen, der Abbau den Aufbau sozusagen ein, und es kommt zur Abnahme und endlich zur Einstellung des Wachstums. Hält aber nicht nur der Abbau, sondern auch der von der Atmung abhängige Aufbau mit dem Gewicht Schritt, dann laufen beide Vorgänge sozusagen im Gleichschritt; wird mit steigender Körpergröße der Abbau größer, so wird dies auch der Aufbau; es kommt also gar nicht dazu, daß der Abbau den Aufbau einholt, mit anderen Worten, das Wachstum ist an sich überhaupt unbegrenzt, ja seine Geschwindigkeit nimmt zu, je größer der Organismus bereits geworden ist. So merkwürdig es klingt: genau der ausgeführte Fall, den wir bei Insektenlarven und Schnecken theoretisch erwarten müssen, trifft bei diesen auch tatsächlich zu. Wir können dies unmittelbar aus den Wachstumskurven ersehen (Abb. 4b). Beim ersten Typus, z. B. einem Fisch, wird die Zunahme an Länge oder Gewicht pro Zeiteinheit mit steigender Körpergröße kleiner, bei den Insektenlarven hingegen wird sie immer größer; es kommt daher auch nicht zu einem allmählichen Erlöschen des Wachstums und zum Eintritt in einen stationären Zustand. Ein recht beunruhigender Sachverhalt: wenn beispielsweise das Wachstum einer Mehlkäferlarve niemals abnimmt, so muß das Tier doch endlich groteske Dimensionen erreichen! Wir müssen antworten: das Wachstum nimmt hier tatsächlich nicht ab; wohl aber wird es abgebrochen durch eine tiefgreifende Krise, die bei der Insektenlarve durch die Metamorphose repräsentiert wird. Es besteht also keine Gefahr, daß das Wachstum nicht auch beim Mehlwurm seine Grenzen finde, wohl aber liegt hier ein ganz anderer Wachstumstypus vor als etwa beim Wirbeltier. Diese Wachstumstypen sind aus der Gestalt der Kurven sofort zu ersehen; sie werden durch die Eigenart der Stoffwechselverhältnisse erklärt, und theoretisch gefordert.

Schließlich wurde im Verlaufe unserer Untersuchungen noch ein *dritter Typus* gefunden. Bei Süßwasserschnecken, wie *Planorbis* und *Limnaea*, ist nämlich die Atmung weder von einer Oberfläche wie beim Fisch noch vom Körpergewicht wie bei der Insektenlarve abhängig; sie steht vielmehr zwischen diesen Formen der Abhängigkeit ungefähr in der Mitte (Abb. 5a). Die Auffindung dieser «Extratour» der Wasserpulmonaten bereitete naturgemäß erhebliches Unbehagen. Welche Form der Wachstumskurve ist hier theoretisch zu fordern? So wurde zunächst ausgerechnet, wie nach der Theorie diese Schnecken wachsen sollten (v. Bertalanffy[1]). Es wurde folgendes gefunden: Wenn die erwähnten Tiere den angedeuteten Stoffwechseltyp zeigen, so müssen sie einen dritten Wachstumstyp aufweisen; wie beim ersten Typ, muß das Wachstum einem stationären Zustand zustreben; zum Unterschied von jenem aber soll nicht nur die Gewichts-, sondern auch die Längenwachstumskurve einen Wendepunkt, also S-Form zeigen. Sozusagen ein Experimentum

[1] L. v. Bertalanffy–I. Müller, Riv. Biol. *35* (1943).
[2] L. v. Bertalanffy, Theoretische Biologie, 2. Bd., Stoffwechsel, Wachstum (Berlin 1942).
[3] W. Liebsch, Zool. Jb. Abt. allg. Zool. u. Physiol. *46*, 161 (1929).
[4] A. Kittel, Z. vgl. Physiol. *28*, 533 (1941).

[1] L. v. Bertalanffy, Biol. Zbl. *61*, 510 (1941).

crucis für die Theorie, denn es gilt, aus dem neugefundenen Stoffwechselverhalten eine bisher nicht bekannte oder mindestens nicht beachtete Form des Wachstums vorauszusagen. Tatsächlich stimmt die Voraussagung auch hier, denn bei Prüfung der Wachstumskurven wurde genau jene Kurvenform vorgefunden, die aus der Rechnung vorausgesagt worden war (Abb. 5b).

So können wir zusammenfassen: *Bei verschiedenen Tiergruppen, als deren Repräsentanten erstens Wirbeltiere, zweitens Insektenlarven und Landschnecken, drittens Wasserpulmonaten gelten können, finden wir verschiedenes Stoffwechselverhalten. Diesen Verschiedenheiten entsprechen Verschiedenheiten in der Wachstumskurve, und zwar genau in der Weise, wie es auf Grund ihres Stoffwechselverhaltens abgeleitet werden konnte.*

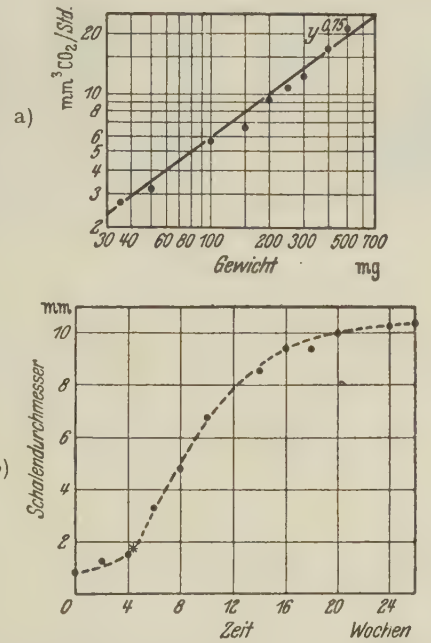


Abb. 5. Stoffwechsel und Wachstum bei *Planorbis sp.*
a) Abhängigkeit der Atmung von der Körpergröße (nach v. Bertalanffy und Müller[1]); b) Wachstumskurve (lineares Wachstum) (nach v. Bertalanffy[2]). Der theoretische Wendepunkt ist mit * bezeichnet.

So erscheint der eine Teil der hier zusammengefaßten Wachstumstheorie bewiesen, daß nämlich die Aufbauvorgänge von der Atmung gesteuert werden. Aber auch der zweite Teil, nämlich die Bedeutung der Abbauprozesse, läßt sich physiologisch beweisen. Aus der Wachstumskurve eines Tieres kann auf Grund der erwähnten Wachstumsgesetze sein Abbaustoffwechsel, seine Abnutzungsquote, rechnerisch bestimmt werden. Diese errechneten Werte wurden in einer Reihe gut untersuchter Fälle als mit jenen gleich befunden, die auf einem ganz anderen Wege, nämlich durch die physiologische Bestimmung des Eiweiß- oder Stickstoffwechsels gefunden werden (Tabelle III).

Tabelle III

Vergleich der beobachteten und der aus dem Wachstumsverlauf berechneten Werte des Abnutzungsstoffwechsels (n. v. Bertalanffy[1,2])

Tierart	Abbau pro Gewichtseinheit und Jahr bestimmt durch		Abbau pro Gewichtseinheit und Jahr, berechnet aus der Wachstumsgleichung
	N-Ausscheidung im Hunger	Gewichtsverlust beim Hunger	
Anodonta Margaritana		0,0479	0,045
Homarus		0,368	0,285
Cyprinus	0,456		0,495, 0,573
Esox	0,438		0,298
Pleuronectes		0,624 (*flesus*)	0,546 (*platessa*)
Anguilla		0,33 0,21	
Mensch	70 g täglich		81 g täglich (für den 70 kg schweren Menschen)

Es kann also wohl festgestellt werden, daß die hier in ihren Grundzügen wiedergegebene Theorie 1. die physiologischen Grundlagen des Wachstums angibt, 2. Gesetze aufstellt, welche eine exakte Berechnung desselben erlauben, und 3. eine vergleichende Physiologie des Wachstums ermöglicht.

Auch das begreiflicherweise besonders interessierende *Wachstum der Säugetiere* unterliegt den besprochenen Gesetzmäßigkeiten, und zwar gehört es dem ersten Typus an. Es kommt hier nur eine Komplikation hinzu, nämlich die Existenz von Wachstumszyklen, die durch hormonale Umstimmungen und damit verknüpfte Änderungen des Gesamtstoffwechsels bedingt erscheinen. Ein solcher Wachstumszyklus ist besonders mit dem Beginn der Geschlechtsreife verknüpft. Wer-

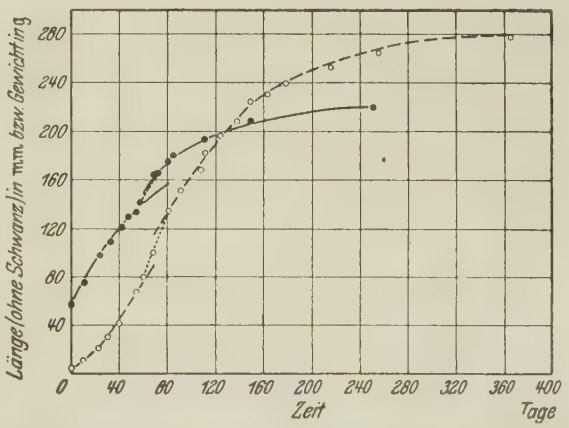


Abb. 6. Wachstumskurven der Ratte. Zu beachten sind die Wachstumszyklen. (Daten von Donaldson, Berechnung [ausgezogene Kurven] nach v. Bertalanffy[2]). ——— Längenwachstum, – – – – – Gewichtswachstum.

[1] L. v. Bertalanffy–I. Müller, Riv. Biol. *35* (1943).
[2] L. v. Bertalanffy, Biol. Zbl. *61*, 510 (1941).

[1] L. v. Bertalanffy, Roux' Arch. *131*, 613 (1934).
[2] L. v. Bertalanffy, Human Biol. *10*, 181 (1938).

den diese Wachstumszyklen, die durch entsprechende Untersuchungen bei einer Reihe von Tieren genau bekannt sind, berücksichtigt, so ist es möglich, auch den Wachstumsverlauf der Säugetiere auf Grund der Wachstumsgesetze mit einer geradezu verblüffenden Genauigkeit zu berechnen und vorauszusagen (Abb. 6). Unveröffentlichte Versuche mit Ratten (v. Bertalanffy und Müller) weisen darauf hin, daß den sich in den Wachstumszyklen aussprechenden Änderungen der Wachstumskonstanten entsprechende Änderungen der Atmungswerte zugrunde liegen.

Sehr interessant sind ferner die Zusammenhänge zwischen *Geschlecht, Stoffwechsel und Wachstum*. So ist beispielsweise der erwähnte Zahnkarpfen *Lebistes reticulatus* durch starken Geschlechtsdimorphismus ausgezeichnet, der sich auch im Wachstum zeigt: die Weibchen erreichen etwa die doppelte Länge und ein Vielfaches des Gewichtes der Männchen. Von v. Bertalanffy wurden 1938 aus den Wachstumskurven die Wachstumskonstanten errechnet, mit dem Ergebnis, daß die Aufbaukonstanten η des Weibchens und Männchens etwa im Verhältnis 1:1,5 stehen. Genau wie es die Theorie fordert, findet sich bei der Bestimmung der Atmungsgrößen (I. Müller[1], vgl. Abb. 3a) bei Weibchen und Männchen das gleiche Verhältnis 1:1,5 — eine der schönsten Bestätigungen der Theorie!

Es kann gehofft werden, daß die Untersuchung der Gesetzmäßigkeiten des Wachstums auch *praktische Bedeutung* gewinnen kann. Leider werden die Probleme der quantitativen Biologie im deutschsprachigen Gebiet weit weniger kultiviert als in den angelsächsischen Ländern, eine Verzögerung, die unbedingt eingeholt werden muß; denn nicht nur das Beispiel der Technik, sondern etwa auch das der Vererbungslehre zeigt, daß jeder Fortschritt in der Erkenntnis exakt faßbarer Gesetzmäßigkeiten zugleich einen solchen der Naturbeherrschung darstellt. Wachstumsanalysen im oben angedeuteten Sinne können auf verhältnismäßig einfachen Wegen Aufschluß über die Abhängigkeit der erreichten Größen von Temperatur, Ernährung und anderen Faktoren liefern, die beispielsweise in der Fischzucht praktische Bedeutung gewinnen können. Aber auch im Hinblick auf die Fragen des menschlichen Wachstums, die Konstitution usw. ergibt, wie wir alsbald andeuten, die quantitative Bearbeitung wesentlich neue Gesichtspunkte.

3. *Formänderungen als Wachstumsproblem*

Die Formänderungen, welche ein Organismus durchläuft, vollziehen sich im wesentlichen auf zwei Wegen. Der erste ist repräsentiert durch *Zellwanderungen*. Solche finden wir in frühembryonalen Prozessen, wie z.B. in den von Vogt und ihm folgenden Forschern untersuchten «Gestaltungsbewegungen» bei der Gastrulation, ferner bei den mannigfachen Ausstülpungs- und

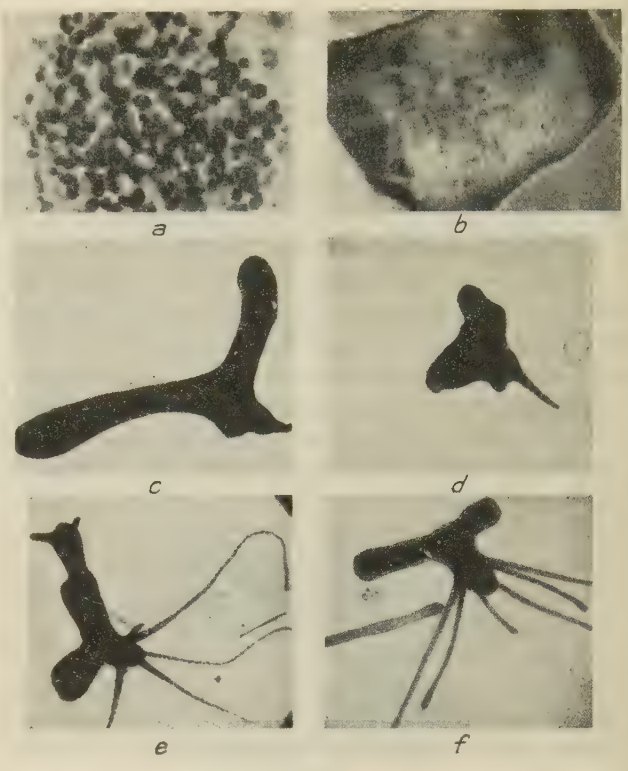


Abb. 7. Reintegration von Hydren aus getrennten Fragmenten (nach v. Bertalanffy und Rella[1]).
a Zwei Hydren nach dem Zerschneiden in 60–70 Teilstücke; *b* Bildung eines einheitlichen Aggregats, außen Ektoderm, innen Entoderm; *c* 2 Tage nach dem Zerschneiden, Ausbildung von zwei Hydranthen; *d* 4 Tage nach dem Zerschneiden (kontrahiertes Tier); *e* 6 Tage nach dem Zerschneiden, der zweite Hydranth nimmt Knospenform an; *f* 11 Tage nach dem Zerschneiden, der zweite Hydranth hat sich als Knospe gelöst.

Faltungsprozessen bei der Bildung des Mesoderms und anderer Organe, in Verknüpfung mit Vorgängen der Determination, d.h. mit materiellen Differenzierungen innerhalb des sich entwickelnden Systems. In anderen Fällen hingegen, z.B. bei der Sporangienbildung der Schleimpilze, finden sie sich sozusagen «in Reinkultur», d.h. als Vorgänge an einer Vielzahl untereinander vollkommen gleichartiger Elemente. Gerade die letzteren Vorgänge (Kühn[2]) bereiten der Erklärung besondere Schwierigkeiten. Über ihre grundlegenden Faktoren wissen wir kaum etwas, und auch das vorliegende experimentelle Material ist gering. Ein Fall, wo gleichfalls Formbildungsprozesse durch Zellwanderungen «in Reinkultur» vorliegen, zeigt sich bei der Reintegration isolierter Stücke, z.B. von Hydrozoen, zu einem normalen Organismus (Abb. 7). Mit Sicherheit läßt sich hier vorläufig soviel sagen, daß ein sog. Zytotropismus, wie ihn Roux angenommen hatte, d.h. eine gerichtete, gegenseitige Anziehung der Zellen, nicht vorhanden ist, daß ferner Gradienten (vgl. unten) in den Frühstadien dieser Prozesse bisher nicht nachgewiesen werden konnten und daß die Reintegration durch äußere Faktoren, wie Temperatur, p_H, Ionen und Ionen-

[1] L. v. Bertalanffy–I. Müller, Riv. Biol. *35* (1943).

[1] L. v. Bertalanffy–M. Rella, Roux' Arch. *141*, 99 (1941).
[2] A. Kühn, Naturwiss. *31*, 373 (1943).

kombinationen, beeinflußt wird (v. Bertalanffy-Rella[1]).

Besser unterrichtet sind wir über ein zweites Mittel der organischen Formbildung. Allgemein läßt sich sagen, daß die Formwandlungen, die ein Organismus in seiner Entwicklung durchläuft, von den eben erwähnten Zellwanderungen abgesehen, durch *gerichtetes Wachstum* zustande kommen, d.h. durch ein Wachstum, das nach bestimmten Richtungen des Raumes bzw. in bestimmten Teilen mit größerer Geschwindigkeit erfolgt als nach anderen Richtungen bzw. in anderen Teilen. Die Gestalt eines Tieres ist durch das Verhältnis der Wachstumsgeschwindigkeiten der einzelnen Teile, der Wachstumsgeschwindigkeiten nach den verschiedenen Richtungen des Raumes wesentlich bestimmt. Über dieses Verhältnis der Wachstumsgeschwindigkeit, das sog. *relative Wachstum* eines Teiles gegenüber einem anderen Teile oder dem Gesamtkörper, läßt sich folgendes sagen: Sind die relativen, d.h. prozentualen Wachstumsgeschwindigkeiten der einzelnen Teile gleich groß, dann bleibt die ursprüngliche Form des Körpers erhalten, indem jeder Teil um einen bestimmten Prozentsatz an Größe zunimmt; das Wachstum ist also proportional. Sind jene Wachstumsgeschwindigkeiten hingegen ungleich groß, so kommt es zu Proportions- und Formveränderungen; falls ein Teil rascher als der übrige Organismus wächst, so wird er nicht nur absolut, sondern auch im Verhältnis zum Gesamtkörper größer, bei langsamerem Wachstum bleibt er hinter jenem zurück. Für dieses relative Wachstum und die dadurch erfolgenden Proportionsänderungen gilt ein in vielen Hunderten von Fällen als

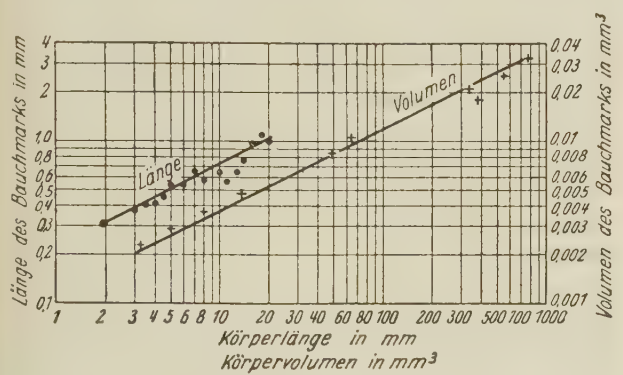


Abb. 8. Allometrisches Wachstum des Bauchmarks von *Eristalis tenax*. Die Abbildung zeigt die starke negative Allometrie des Bauchmarks. Während die Gesamtlänge der Larven um etwa das 10fache, ihr Volumen um das 300fache zunimmt, erreicht das Bauchmark nur etwa die 3fache Länge bzw. das 10fache Volumen. Die Kurven hinsichtlich Länge und Volumen sind parallel; dies bedeutet, daß das Wachstum des Bauchmarks nur in bezug auf die Länge zurückbleibt, während es nach den anderen Raumrichtungen proportional erfolgt. Auffallend ist der niedrige Wert der Allometriekonstante ($a = 0{,}49$), während bei manchen Crustaceen und Insekten ein Wert von 0,6 (d.h. ungefähr Oberflächenproportionalität) für das relative Wachstum des Nervensystems gefunden wurde. (Nach B. Exner [Wiener Diss.] aus: v. Bertalanffy[2]).

[1] L. v. Bertalanffy–M. Rella, Roux' Arch. *141*, 99 (1941).

[2] L. v. Bertalanffy, Theoretische Biologie, 2. Bd., Stoffwechsel, Wachstum (Berlin 1942).

Abb. 9. Allometrisches Wachstum (Zunahme der relativen Kopfgröße mit der absoluten Körpergröße) bei *Pheidole instabilis*. (Nach Huxley).

gültig erwiesenes, recht einfaches Gesetz: daß nämlich die relative Wachstumsgeschwindigkeit eines bestimmten Teiles zu der eines anderen Teiles oder auch des Gesamtkörpers über den ganzen Wachstumsverlauf oder doch mindestens über einen Entwicklungszyklus (vgl. oben) in einem konstanten Verhältnis steht. Das genannte Gesetz ist dasjenige des *allometrischen Wachstums* (Huxley[1], Huxley und Teissier[2]). Sein Zutreffen läßt sich leicht nachweisen: die mathematische Formulierung des Gesagten ergibt nämlich, daß im Falle der Gültigkeit des genannten Gesetzes bei logarithmischer Auftragung der Größen des Organs gegenüber den entsprechenden Körpergrößen eine gerade Linie entstehen muß (Abb. 8). Wie sich dieses allometrische Wachstum auswirkt, sei an einem der zahlreichen untersuchten Beispiele ausgeführt. Bei vielen Ameisenarten finden sich bekanntlich verschiedene Kasten: kleine Arbeiter, große Soldaten mit dicken Köpfen und mächtigen Beißwerkzeugen und dazwischen allerlei Übergangsstufen (Abb. 9). Das geht auf Fütterungseinflüsse zurück: erhalten die Larven während einer gewissen kurzen Zeit so reichlich konzentrierte, feste Nahrung (insbesondere Fleischnahrung), daß sie plötzlich rasch heranwachsen, so entwickeln sie sich zu Soldaten; sonst werden sie zu Arbeitern; durch entsprechende Fütterung lassen sich auch Zwischenstufen erzielen (Goetsch[3]). Auf diese Weise sind die Soldaten zunächst absolut größer geworden; da aber der Kopf verhältnismäßig rascher wächst als der übrige Körper, so erlangt er bei den Soldaten nicht nur absolut genommen eine bedeutendere Größe, sondern erscheint

[1] J. Huxley, Problems of relative growth (London, 1932).

[2] J. S. Huxley und G. Teissier, Biol. Zbl. *56*, 381 (1936).

[3] W. Goetsch, Naturwiss. *25*, 803 (1937). Vgl. auch die Forschungen von W. Goetsch über Vitamin T. Österr. Zool. Z. *1* (1946); Exper. *3*, 326 (1947) (Anm. b. d. Korr.).

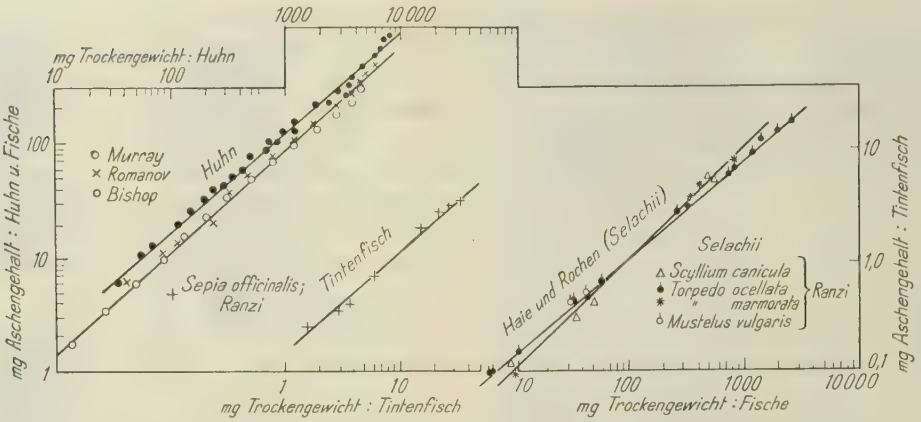


Abb. 10. Allometrie der chemischen Veränderungen während der Entwicklung: Aschengehalt im Verhältnis zum Trockengewicht bei Huhn, Tintenfisch und Selachiern. Man beachte die gleiche Neigung der allometrischen Geraden bei den systematisch weit entfernten Formen; dies besagt, daß den chemischen Veränderungen während der Entwicklung trotz den Verschiedenheiten der morphologischen Form, der Ernährungsfaktoren, der absoluten Größe und Entwicklungszeit ein einheitlicher «chemischer Bauplan» zugrunde liegt. (Nach Needham[1]).

auch relativ zum Körper vergrößert. Derartige Proportionsveränderungen finden wir in der tierischen Entwicklung sehr häufig und die Formwandlungen während der postembryonalen Entwicklung gehen in erster Linie auf sie zurück; das sie beherrschende Gesetz ist das der Allometrie. Die organische Form, jenes biologische Problem, das einer quantitativen Erfassung anscheinend am wenigsten zugänglich ist, erscheint daher durch relativ einfache quantitative Gesetze beherrscht.

Das Gesetz der Allometrie gilt nicht nur für morphologische, sondern auch für biochemische, physiologische und stammesgeschichtliche Wachstumsvorgänge (vgl. Huxley, a.a.O. und die neuere Zusammenfassung bei v. Bertalanffy[2]). Der Organismus erleidet während seiner Entwicklung Veränderungen der chemischen Zusammensetzung; so nimmt etwa der Wassergehalt ab, der Trockensubstanzgehalt zu, wenn etwa der menschliche Embryo bis zu 97% aus Wasser besteht, beim erwachsenen Menschen aber nur ein Wassergehalt von etwa 60% vorliegt. Auch für diese Wandlungen der chemischen Zusammensetzung gilt das Allometriegesetz (Needham[1]). Dabei ist bemerkenswert, daß die Neigung der allometrischen Linien in Hinblick auf bestimmte chemische Komponenten bei systematisch weit entfernten Formen die gleiche ist (Abb. 10); dies besagt, daß den chemischen Veränderungen während der Entwicklung ein einheitlicher chemischer Bauplan zugrunde liegt. Eine andere physiologische Anwendung der Allometrie haben wir bereits in der Frage der Größenabhängigkeit des Stoffwechsels kennengelernt. Allgemein gesprochen ist die allometrische Analyse «das beste Hilfsmittel, eine tiefere Einsicht in die gesetzmäßigen Beziehungen sowohl des Organismus zur Umwelt wie auch der physiologischen Teilgeschehnisse in ihm selbst» zu gewinnen (Klatt). So hat die Anwendung dieses Prinzips beispielsweise bei der Analyse der Hirnentwicklung in der Tierreihe, der Abhängigkeit der Größe der inneren Organe und der Herz- und Atemrhythmen von der Körpergröße, bei der Bewertung von Proportionen (Indizes) für systematische und anthropologische Zwecke und in vielen anderen Fragen zu wesentlichen Einsichten geführt.

Noch ein anderes interessantes Problem steht hiermit im Zusammenhang. Zweifellos stellt die *Polarität*, d.h. qualitative oder quantitative Unterschiede entlang einer Achse, ein grundlegendes Merkmal wohl jedes sich entwickelnden Systems dar. Einblicke in diese polare Gliederung ergeben sich insbesondere in dreifacher Weise. Erstens sind oft *qualitative Differenzierungen* entlang einer polaren Achse sichtbar festzustellen. Ein Beispiel dafür ist die für viele tierische Keime charakteristische Anordnung qualitativ verschiedener Plasmasorten, die wie der orangerote Ring des Seeigelkeimes keine, oder wie die Plasmabezirke des Molluskenkeimes ausgesprochene determinative Bedeutung als organbildende Regionen besitzen können. Zweitens entwickelte Child[1] die Lehre von den «*physiologischen*» *Gradienten:* er betrachtete axiale Abstufungen quantitativer Natur als Grundlage der verschiedenen Manifestationen der Polarität. Solche Gradienten lassen sich als Empfindlichkeitsgradienten feststellen (verschiedene Ansprechbarkeit der Körperregionen gegenüber schädigenden Agenzien), als Stoffwechselgradienten (sich in Abstufungen der Atmung und verwandter Vorgänge manifestierend) und endlich als Entwicklungsgradienten, die sich in Abstufungen der Potenz zur Bildung markanter Organe zu erkennen geben, z.B. bei Planarien in der ungleichen Fähigkeit der einzelnen Körperregionen, einen Kopf zu regenerieren. Nach Child stimmen die genannten, physiologischen Gradienten in ihrem Verlauf prinzipiell überein; er schloß daher, daß ein allgemeines physiologisches Differential die gemeinsame Ursache für die Verschiedenheiten der Empfindlichkeit, des Stoffwechsels und

[1] J. Needham, Biol. Rev. Cambridge philos. Soc. *9*, 79 (1934).
[2] L. v. Bertalanffy, Theoretische Biologie, 2. Bd., Stoffwechsel, Wachstum (Berlin 1942).

[1] C. M. Child, Protoplasma (Berlin) *5*, 447 (1929).

der Formbildungspotenzen sei. Drittens endlich kann man *Wachstumsgradienten* (Huxley) feststellen: kein Organ wächst gleichmäßig über seine ganze Erstreckung, sondern das Wachstum erscheint in Form eines Gradienten abgestuft, der durch die Allometriekonstanten der einzelnen Teile gekennzeichnet werden kann. Es ist eine wichtige Frage, ob den Unterschieden des Wachstums solche des Stoffwechsels und anderer physiologischer Eigenschaften zugeordnet werden können. Was die physiologischen Gradienten nach Child anbelangt, so zeigen bei Planarien (v. Bertalanffy[1]), die wegen der Möglichkeit einer quantitativen Festlegung der einzelnen Gradienten sich auch in dieser Hinsicht als «Modelltiere» empfehlen, die Childschen und die Wachstumsgradienten geradezu entgegengesetzten Verlauf (Abb. 11a). Man muß schließen, daß auch in einem einfachen Organismus, wie einer Planarie, nicht ein einheitlicher Gradient, sondern eher ein Bündel polarer Abstufungen in nur lockerer Korrelation vorliegt.

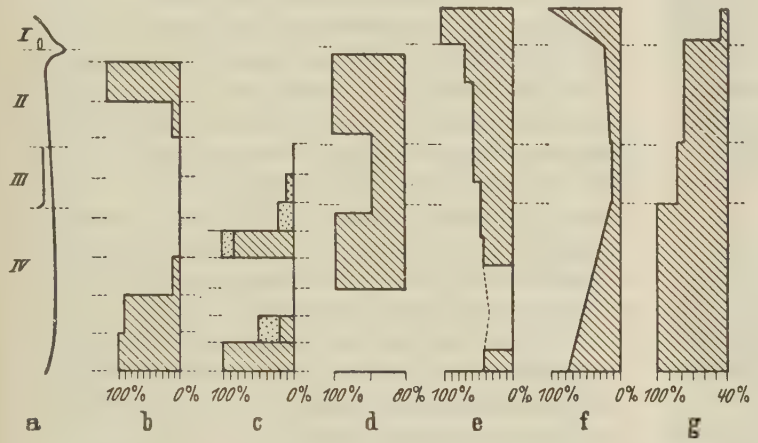


Abb. 11a. Vergleich der Gradienten des Planarienkörpers (nach v. Bertalanffy[1]). *a* Schema der Körperregionen; *b* Gradient der Kopf- und Ganzbildungsaktivität bei Teilung in Achtel nach Child; *c* Gradient der Regenerationsaktivität der in Achtel zerteilten postpharyngealen Region nach Child; *d* Gradient des O_2-Verbrauches nach Hyman; *e* Gradient der Empfindlichkeit gegen destilliertes Wasser nach Buchanan; *f* Gradient der Empfindlichkeit gegen Alkohol nach eigenen Versuchen; *g* Wachstumsgradient (Wachstumsprofil), konstruiert nach den Allometriekonstanten der einzelnen Regionen nach eigenen Versuchen.

In einer neueren Untersuchung (Schreier, im Druck; v. Bertalanffy, Hoffmann-Ostenhof, Schreier; Hoffmann-Ostenhof, v. Bertalanffy, Schreier[2]); wurde an *Planaria gonocephala* in einer umfangreichen Versuchsreihe (11 verwendete Chinone in über 70 Konzentrationen) quantitativ 1. die Childsche Theorie, 2. die Gesetzmäßigkeiten von Giftwirkungen geprüft. Diese quantitative Untersuchung ergab, neben anderen Resultaten, insbesondere eine einschneidende Kritik der Gradiententheorie. Auch ein einfacher Organismus, wie *Planaria*, erscheint nicht im Sinne Childs durch einen einheitlichen physiologischen Gradienten, sondern durch eine Vielzahl quantitativ abgestufter, physiologischer Unterschiede gekennzeichnet. Als neuartige Erscheinung ergab sich, und zwar im Bereiche der sog. «direkten» Methode von Child, eine Gradientenumkehr, indem der Zerfall beim Übergang von höheren zu schwächeren Konzentrationen von antero-posteriorer Richtung in die entgegengesetzte übergeht. Der Childsche Begriff des «zweiten Zooids» bei Planarien konnte durch die Untersuchung nicht bestätigt werden. Im Hinblick auf das quantitative Gesetz der Wirkung der untersuchten Agenzien ergab sich eine der Adsorptionsisotherme entsprechende Dosiswirkungsbeziehung ($tc^a = b$), mit t = Zeit, c = Konzentration, a und b = Konstanten, wobei die Kurve in zwei Abschnitte zerfällt, die einen Wechsel des Wirkungsmechanismus anzeigen: in hochkonzentrierten Lösungen tritt eine gerbungsartige Proteinreaktion auf, die der erwähnten Gleichung mit $a > 1$ folgt; in verdünnteren histolytischer Zerfall mit $a < 1$, vermutlich auf eine Adsorption als Primärreaktion zurückgehend. Der Übergang von der einen zur anderen Reaktion liegt bei etwa $^1/_{1000}$molarer Konzentration (Abb. 11b). Ferner wurde eine quantitative Definition und Differenzierung des Begriffes der «Toxizität» vorgeschlagen, die der Pharmakologie zur Diskussion gestellt wird und hinsichtlich derer auf die ausführliche Publikation (Schreier, a.a.O.) verwiesen sei.

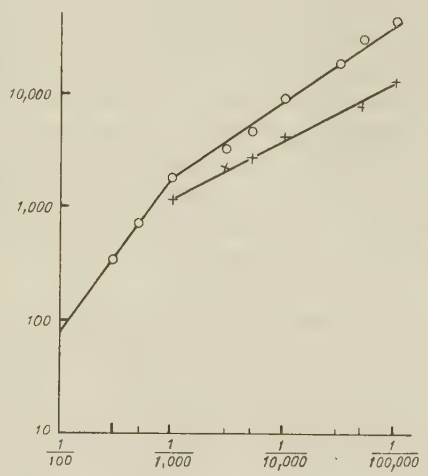


Abb. 11b. Kurven der Todeszeiten bei *Planaria gonocephala* auf Chinonwirkung (O = p-Benzochinon, x = p-Naphthochinon). Zu beachten der Knick in der Kurve des p-Benzochinons (nach Schreier)[1]. Ordinate: Zeit in Sekunden; Abszisse: molare Konzentration.

[1] L. v. Bertalanffy, Biol. generalis (Wien) *15*, 1 (1941).

[2] L. v. Bertalanffy, O. Hoffmann-Ostenhof und O. Schreier, Nature *158*, 948 (1946). – O. Hoffmann-Ostenhof, L. v. Bertalanffy und O. Schreier, Mh. für Chemie *79* (1948). – O. Schreier, Untersuchungen über die Gesetzlichkeit des Wachstums XI: Die schädigende Wirkung verschiedener Chinone auf *Planaria gonocephala* Dug. und ihre Beziehung zur Childschen Gradiententheorie, Österr. Zool. Z. (im Druck).

[1] L. v. Bertalanffy, O. Hoffmann-Ostenhof und O. Schreier, Nature *158*, 948 (1946).

Wir wollen noch auf ein weiteres Problem hinweisen, nämlich die Anwendung der angedeuteten Gesichtspunkte auf den *Menschen*. Das nachembryonale Wachstum des Menschen setzt sich aus zwei Komponenten zusammen, nämlich 1. der Volumenzunahme und 2. der Proportionsverschiebung. So nimmt zum Beispiel beim Neugeborenen der Kopf etwa $^1/_4$ der Körperlänge ein, beim Erwachsenen aber nur $^1/_8$; der Kopf zeigt also im Verhältnis zum Gesamtkörper langsameres Wachstum, negative Allometrie; umgekehrt zeigen die Beine positive Allometrie. Aus dieser Betrachtungsweise ergeben sich zwei wesentliche Einsichten, nämlich erstens die Erkenntnis, daß Größenzunahme und Proportionsverschiebung nicht zwei nebeneinanderlaufende Prozesse, sondern notwendigerweise verknüpft sind; zweitens ergibt sich eine kausale Erklärung für diese Proportionsverschiebungen, die im Zusammenhang mit der Zunahme der absoluten Körpergröße erfolgen. Auch die *Konstitutionstypen* des Menschen können von diesem Standpunkt aus betrachtet werden. Bekanntlich hat Kretschmer[1] zwei Haupttypen der menschlichen Konstitution unterschieden: den schlanken leptosomen oder leptomorphen Typ und den behäbigen Pyknomorphen — ein psychophysischer Gegensatz, der am raschesten durch die Gegenüberstellung des dünnen, spottenden Mephisto und des dicken, gemütlichen Falstaff illustriert werden kann. Diesen Typen der körperlichen Konstitution entsprechen bekanntlich psychologische und psychopathologische Symptome: die Neigung des Leptomorphen zu Schizothymie; des Pyknikers zu zyklothymem Irresein. Conrad[2] hat gezeigt, daß diese Typen mit der Abstimmung der Wachstumsprozesse zusammenhängen: die Typen sind nach ihm «ein Bündel von miteinander korrelierten Wachstumsprinzipien». Die Formulierungen, zu denen Conrad, von der Konstitutionslehre Kretschmerscher Schule ausgehend, gelangt, zeigen vielfach eine geradezu frappante Übereinstimmung mit jenen, die sich aus der biologischen Analyse des Wachstums ergeben, und die in der Konstitutionslehre auftretenden Probleme scheinen geradezu nach einer Anwendung der modernen Verfahren der Wachstumsanalyse, insbesondere der Allometrie und der bald zu besprechenden Koordinatentransformation, zu rufen; diesbezügliche Untersuchungen sind von uns geplant (vgl. auch v. Bertalanffy[3]).

Es ist eigentlich sehr merkwürdig, daß sich die Formwandlungen der Organismen zumindest in einer außerordentlich großen Anzahl von Fällen auf ein so einfaches quantitatives Gesetz bringen lassen, wie es die Allometrie ist; denn von vornherein würde man eher erwarten, daß gegenüber dem Problem der organischen Formbildung und den komplizierten, ihr zugrunde liegenden Vorgängen eine quantitative Formulierung aussichtslos wäre. Das allometrische Wachstum ist zunächst ein Fall des in der Entwicklungsphysiologie als grundlegend bekannten «Prinzips der abgestimmten Reaktionsgeschwindigkeiten», das hier zu einem quantitativ faßbaren Ausdruck gelangt. Die Begründung der im Allometriegesetz ausgesprochenen Abstimmung der Wachstumsgeschwindigkeiten liegt in dem Konkurrenzkampf, in welchem alle Teile eines Organismus miteinander stehen: von dem vom Gesamtkörper assimilierten Material sucht sich jedes Organ einen Anteil anzueignen, und es ist dazu nach Maßgabe der ihm zukommenden Wachstumsfähigkeit in der Lage, die in der Verhältniszahl des allometrischen Wachstums zum Ausdruck kommt. So bedeutet das Prinzip der Allometrie eine quantitative Formulierung und physiologische Begründung des klassischen, morphologischen «*Gesetzes des Gleichgewichts der Organe*» (Goethe, Geoffroy St. Hilaire), welches besagt, daß im normalen Organismus ein bestimmtes Verhältnis der einzelnen Organe vorhanden ist und daß anderseits Überentwicklung eines Organs die Entwicklung anderer Organe hemmt. Daß auch die Phänomene der Kompensation, der funktionellen Hypertrophie und ähnliches von hier aus ihre Begründung erfahren, sei nur kurz angemerkt (vgl. dazu auch Rensch[1]).

4. *Die Bedeutung von Wachstumsvorgängen für die Stammesentwicklung*

In Kürze sei noch ein dritter Problemkomplex skizziert, nämlich die Auswirkung der Wachstumsgesetze auf die stammesgeschichtliche Entwicklung (vgl. v. Bertalanffy[2] und auch Rensch[3]). Wenn die Körperform eines Tieres durch ein Verhältnis der Wachstumsgeschwindigkeiten bestimmt ist, so werden erbliche Veränderungen dieser Abstimmung nichts anderes als stammesgeschichtliche Wandlungen bedeuten. In der Tat können wir einen wichtigen Satz aufstellen: *Proportionsänderungen, die auf Änderungen in der Abstimmung der Wachstumsgeschwindigkeiten zurückgehen, machen einen erheblichen Teil der stammesgeschichtlichen Umwandlungen innerhalb eines gegebenen Bauplans aus.* Dieser Satz könnte an zahlreichen Beispielen ausgeführt werden, von denen wir etwa die bekannte Entwicklungsreihe des Pferdes herausgreifen. Wir finden sie vor allem durch drei Momente gekennzeichnet: erstens durch die auch sonst in der Stammesentwicklung vielfach geltende Regel der stammesgeschichtlichen

[1] E. Kretschmer, Körperbau und Charakter. Handbuch der Erbbiologie des Menschen, herausgegeben von G. Just, Bd. 1 (Berlin 1940).

[2] K. Conrad, Der Konstitutionstypus als genetisches Problem (Berlin 1941).

[3] L. v. Bertalanffy, Z. Rassenkunde *13*, 277 (1943).

[1] B. Rensch, Biol. Rev. Cambridge philos. Soc. *14*, 180 (1939); J. Ornithol. *88* (1940). Vgl. auch: R. Goldschmidt, Physiological Genetics (New York 1938); The Material Basis of Evolution (New Haven, London and Oxford, 1940). J. Huxley, Evolution. The Modern Synthesis (4th ed. London 1945) (Anm. b. d. Korr.).

[2] L. v. Bertalanffy, Biol. generalis (Wien) *15*, 1 (1941); Theoretische Biologie. 2. Bd.: Stoffwechsel, Wachstum (Berlin 1942).

[3] B. Rensch, Biol. Rev. Cambridge philos. Soc. *14*, 180 (1939); Biol. generalis (Wien) *17* (1943).

Größenzunahme, in diesem Falle von dem etwa fuchsgroßen *Eohippus* zum modernen, großen Pferde; zweitens die Reduktion der Zehenzahl von der ursprünglichen Fünfzehigkeit bis zum Übrigbleiben der einzigen Mittelzehe; drittens die Verlängerung des Gesichtsschädels. Daß diese Wandlungen im wesentlichen Proportionsänderungen bedeuten, können wir uns durch eine hübsche Darstellungsmethode veranschaulichen, die bis auf Dürer zurückgeht und in unserer Zeit von D'Arcy Thompson entwickelt wurde. In seiner Proportionslehre hat Dürer das, was wir heute Konstitutionstypen nennen würden, durch Veränderung der Maßstäbe anschaulich gemacht (Abb. 12). Die Transformation nach Thompson[2] sei am Beispiel der Pferdeentwicklung gezeigt (Abb. 13). Wenn man die Gestalt eines Organs, z.B. den Schädel von *Eohippus*, in ein Koordinatennetz einzeichnet, so kann man diese Gestalt durch eine Transformation der Koordinaten in die einem anderen verwandten Tiere, z.B. dem modernen Pferde zukommende, umwandeln, und die dabei konstruierten Zwischenformen entsprechen den stammesgeschichtlich gefundenen. Die Koordinatentransformation ist eine wertvolle exakte, leider bisher in der Paläontologie noch kaum benutzte Methode zur Aufstellung und Revision stammesgeschichtlicher Reihen; sie dürfte insbesondere geeignet sein, zweifelhafte Formen in exakter Weise aus stammesgeschichtlichen Reihen auszuschalten, indem diese bei der Transformation aus der theoretisch konstruierten Reihe ausfallen[3].

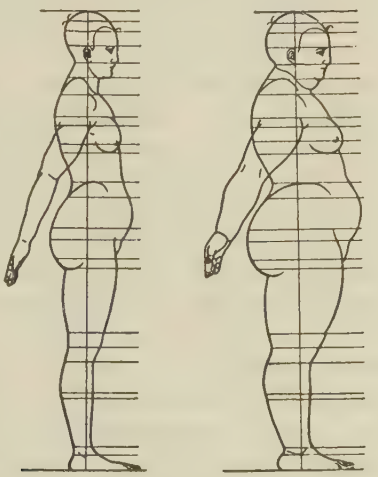


Abb. 12. «Koordinatentransformation». (Nach Dürer[1]).

Genauere Untersuchung zeigt, daß das Gesetz, welches z.B. die Umwandlung des Pferdeschädels beherrscht, wieder jenes der Allometrie ist, indem mit zunehmender Körpergröße die Schnauzenregion als posi-

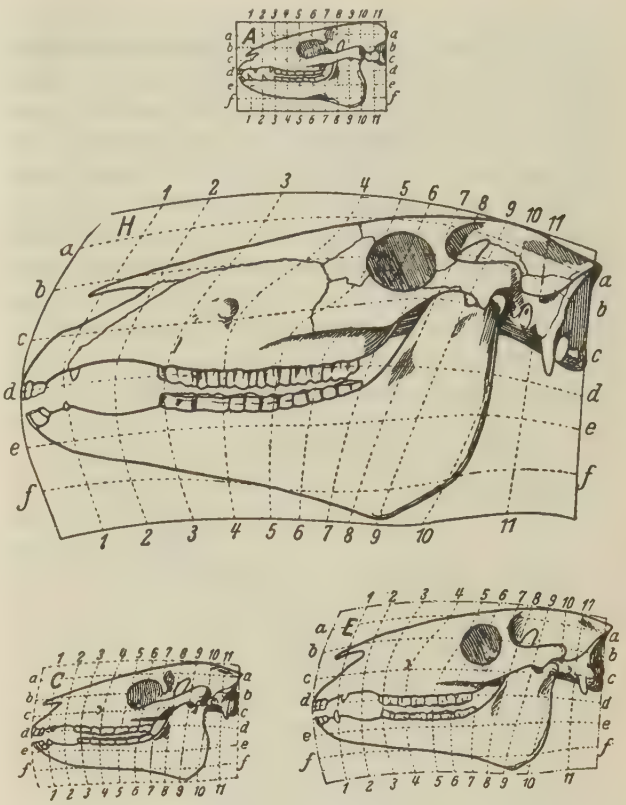


Abb. 13. Die stammesgeschichtliche Entwicklung des Pferdeschädels, dargestellt durch Koordinatentransformation. Der Schädel von *Hyracotherium* wurde in ein einfaches Kartesisches Koordinatensystem eingezeichnet (*A*) und dieses unter gleichzeitiger Vergrößerung stufenweise transformiert, so daß (*H*) das dem modernen Pferde (*Equus*) entsprechende Koordinatennetz bei richtigem Größenverhältnis darstellt. Durch Interpolation ergeben sich theoretische Zwischenformen, von denen hier *C* und *E* abgebildet sind; diesen theoretischen Zwischenformen entsprechen die fossilen Schädel von *Mesohippus* bzw. *Protohippus*. (Nach Thompson[1]).

tiv allometrischer Teil nicht nur absolut, sondern auch relativ vergrößert wird (Robb[2]) (Abb. 14). Nun trägt diese fortschreitende Verlängerung des Pferdeschädels *anscheinend* einen zweck- und anpassungsmäßigen Charakter. Sie erlaubt, die breiten Mahlzähne des Pferdes, die für die Pflanzennahrung so geeignet erscheinen, im Kiefer unterzubringen. Tatsächlich ist aber diese Entwicklung einfach das Resultat des exakt faßbaren Gesetzes der Allometrie, und man hat in diesem Sinne gesagt, daß hundert Millionen Jahre der Entwicklung des Pferdeschädels durch eine einfache arithmetische Formel beherrscht sind; einfach dadurch, daß die Pferde im Laufe ihrer Stammesentwicklung größer wurden, hat sich jene anscheinend so «zweckmäßige» Proportionsänderung herausgebildet.

Fälle wie die Pferdereihe sind nun Musterbeispiele der Gerichtetheit der Stammesentwicklung, der *Orthogenese*. Wir können daher feststellen, daß die Orthogenese nicht etwa eine mystische Kraft darstellt, sondern einem exakten Gesetz gehorcht. Gerade die wich-

[1] A. Dürer, Vier Bücher von menschlicher Proportion (Nürnberg 1528).

[2] D'Arcy W. Thompson, On growth and form (Cambridge, 1917).

[3] Über die Bedeutung und die Grenzen quantitativer Analyse, besonders im Hinblick auf die Schädelform, vgl. W. Klatt, Die theoretische Biologie und die Problematik der Schädelform, Biol. generalis (Wien) (im Druck) (Anm. b. d. Korr.).

[1] D'Arcy W. Thompson, On growth and form (Cambridge, 1917).

[3] R. C. Robb, J. Genetics *31*, 39 (1935); *33*, 267 (1936; *34*, 477 (1937).

tigsten orthogenetischen Reihen sind in wesentlichem Ausmaße nichts anderes als Proportionsänderungen, die sich nach dem Prinzip des allometrischen Wachstums vollziehen. Ferner können wir feststellen, daß diese Entwicklungsreihen an sich in bezug auf Funktion und Zweckmäßigkeit indifferent sind. Sie können zu funktioneller Höherentwicklung führen — dieser Fall gilt beispielsweise für die Pferde und die gleich zu erwähnende Größenzunahme des Gehirns. Sie können aber ebensogut in Sackgassen der Entwicklung führen. Dies gilt z. B. für die Entwicklung der Huftiergruppe der Titanotherien, die im Sinne des Allometriegesetzes zu immer größeren Formen mit immer mächtigeren Hörnern führte (Hersh[2]), oder für die des Riesenhirsches, wo das Geweih als positiv allometrisches Organ mit steigender Körpergröße schließlich monströse Dimensionen erreichte. Es gilt hier ein Prinzip der Ausnutzung: es ist nicht die Anpassung an die Lebensbedingungen, welche jene Orthogenese hervorbringt; sondern umgekehrt: weil eine orthogenetische Entwicklung eingetreten ist, kann sich eventuell eine andere höhere Leistung einstellen.

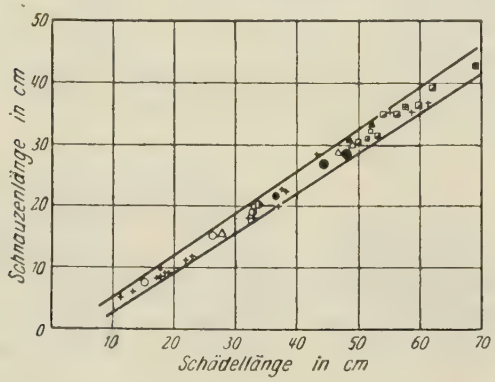


Abb. 14. Die stammesgeschichtliche Umbildung des Pferdeschädels. Das wichtigste Kennzeichen der in Abb. 13 gezeigten Proportionsverschiebung ist die zunehmende Verlängerung der Schnauzenregion bei steigender Körpergröße. Diese Änderung unterliegt einem einfachen Gesetz: mit zunehmender Schädellänge nimmt die Schnauzenlänge linear zu, und zwar in gleicher Weise sowohl bei der stammesgeschichtlichen Entwicklung von *Eohippus* bis *Equus* als auch in der embryonalen Entwicklung des modernen Pferdes. In diesem Falle zeigt sich also in quantitativer Form die von Haeckel im «biogenetischen Grundgesetz» ausgesprochene Wiederholung der Stammes- in der Keimesgeschichte.
+ = ausgestorbene und Ahnenformen;
△ = moderne Wildpferde, offen: für Zebrajungtiere, schattiert: für erwachsene Zebraarten, schwarz: für Kiang;
□ = erwachsene Hauspferde verschiedener Rassen;
o = junge Hauspferde, offen: für Stadien vor der Geburt, schattiert: für Neugeborene, schwarz: für Jungpferde. (Nach Robb[1]).

Zumindest in gewissen Fällen sind erbliche Wachstumsänderungen, wie sie den von uns betrachteten stammesgeschichtlichen Entwicklungsreihen zugrunde liegen, in erblichen Abänderungen des *hormonalen Systems* begründet. Bei den Säugetieren werden ja das Wachstum und die Körperproportionen weitgehend durch die Abstimmung der Hormone gesteuert, wie zum Beispiel die Akromegalie zeigt. Änderungen in der Abstimmung der Hormone können jedoch nicht nur individuellen und phänotypischen, sondern auch erblichen Charakter tragen. Ein Beispiel dafür sind die bekannten Hypophysenzwergmäuse, bei denen durch ein rezessives Gen Unterfunktion der Hypophyse und Zwergwuchs bedingt ist, welch letzterer durch Verabreichung von Vorderlappenhormon aufgehoben werden kann. Wahrscheinlich sind auch viele stammesgeschichtliche Veränderungen durch Änderungen des hormonalen Gleichgewichts bedingt oder doch wesentlich mitbedingt.

Dies läßt sich an der wichtigsten Abstammungslinie zeigen, an der *stammesgeschichtlichen Entwicklung des Menschen*. Von dem hier gewonnenen Standpunkt erscheint diese zu einem wesentlichen Ausmaß als ein Wachstumsproblem, wobei besonders drei Momente hervorgehoben werden können.

Das erste ist die in der Reihe der Säugetiere fortschreitende und im Menschen kulminierende, relative *Vergrößerung des Gehirns*. Nach der bekannten Theorie von Dubois (vgl. z. B. die zusammenfassende Darstellung von Versluys[1]) setzt sich diese aus zwei Komponenten zusammen: nämlich erstens der relativen Vergrößerung des Gehirns mit zunehmender Körpergröße im Sinne der Allometrie, indem bei verschieden großen, nahe verwandten Formen die Hirngröße annähernd proportional der Körperoberfläche (genauer: mit einer Potenz 5/9 des Gewichtes) zunimmt; zweitens der fortschreitenden «Zephalisation», indem beim Übergang von einer stammesgeschichtlichen Gruppe zur nächsthöheren eine Verdoppelung der dem betreffenden Körpergewicht zukommenden Hirngröße erfolgen soll, so daß sich also die (auf gleiche Körpergröße bezogenen) Hirngewichte und Zahlen der Nervenzellen bei Spitzmaus, Maulwurf, primitiven Huftieren, Menschenaffen, Mensch wie 1:2:4:8:16:64 verhalten. Die Theorie von Dubois ist heute nicht als völlig gesichert anzusehen; daß aber auch hier exakt faßbare Gesetzmäßigkeiten walten, dürfte keinem Zweifel unterliegen.

Das zweite Moment ist die von Bolk so genannte *Retardierung*, die Erscheinung, daß die menschliche Entwicklung infolge hormonaler Umstimmungen in einer Reihe von Merkmalen gegenüber der der Menschenaffen verzögert erscheint. Beispielsweise ist der Schädel des Schimpansenkindes weit menschenähnlicher als der des erwachsenen Schimpansen mit seiner mächtigen Prognathie, den starken Augenbrauenwülsten usw. Anderseits ist Prognathie beim Menschen ein Symptom der durch Überfunktion der Hypophyse bedingten Akromegalie. Ähnlich kann hinsichtlich anderer Merkmale — wie des Rückganges der Körperbehaarung, der Verzögerung des Körperwachstums, der späten Geschlechtsreife — infolge Störungen der

[1] R. C. Robb, J. Genetics *31*, 39 (1935); *33*, 267 (1936); *34*, 466, (1937).
[2] A. H. Hersh, Am. Naturalist *68*, 537 (1934).

[1] J. Versluys, Hirngröße und hormonales Geschehen bei der Menschwerdung (Wien 1939).

betreffenden Hormondrüsen beim Menschen ein affenähnlicher Zustand wieder hervortreten. Wenngleich die Bolkschen Begriffe der «Retardierung» und «Fötalisation» und der damit verwandte der «Proterogenese» von Schindewolf derzeit stark diskutiert werden, unterliegen doch die eben angeführten sachlichen Feststellungen keinem Einwand.

Das Gesagte führt zu einem dritten Moment, welches bei der früher beschriebenen quantitativen Behandlung des Gesamtwachstums besonders deutlich zum Ausdruck kommt. Wenn, wie ausgeführt, die angegebenen Gesetze des Wachstums für sehr verschiedene Organismen zutreffend sind, dann ist es möglich, den Wachstumsverlauf aller dieser Tiere auf der gleichen Kurve abzubilden, wobei nur die Maßstabeinheiten der Zeit und der Körpergröße verschieden gewählt werden müssen (Abb. 15). Die *Wachstumskurve des Menschen* aber fällt aus der der übrigen Tiere heraus; hier erscheint nämlich ein Wachstumszyklus vorgebaut, so daß das menschliche Wachstum erheblich verlängert und verzögert erscheint. Diese Verlängerung ist freilich schon bei dem in Zyklen zerfallenden Wachstum der Säugetiere angedeutet, aber diese Entwicklung kulminiert eben beim Menschen mit seiner im Vergleich zu anderen Organismen als «abnorm» zu bezeichnenden Wachstumskurve. Diese abnorme Wachstumskurve des Menschen ist hormonal gesteuert, wie pathologische Fälle, frühzeitiger Riesenwuchs und Pubertas praecox bei Hypophysenüberfunktion usw. zeigen. Diese hormonale Veränderung der Wachstumskurve aber gibt dem Menschen durch die Verzögerung der Geschlechtsreife seine lange Jugendzeit mit ihrer Möglichkeit des Lernens; dieser an sich unscheinbare Unterschied in der Wachstumskurve ist es schließlich, der die geistige Entwicklung und die menschliche Kultur möglich macht.

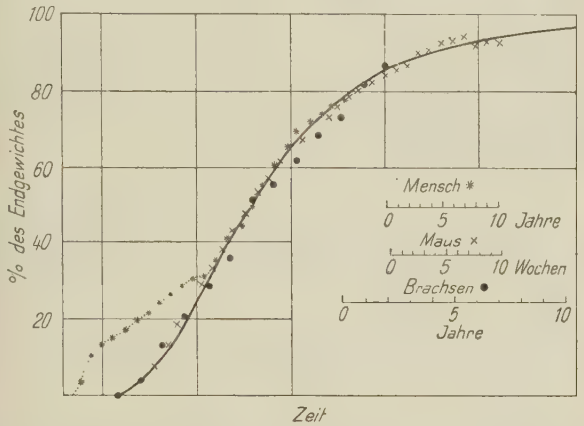


Abb. 15. Vergleich der Wachstumskurven des Menschen, der Maus und des Brachsen. (Nach v. Bertalanffy[1]). Die Wachstumskurven des Brachsen und der Maus zeigen die für Gewichtskurven charakteristische S-Form; beim Menschen hingegen erscheint ein Wachstumszyklus vorgebaut, so daß in der Jugendperiode eine Verlängerung und Verzögerung des Wachstums gegeben ist. Sie ist es, die dem Menschen seine lange Jugendperiode und damit die Möglichkeit der geistigen Entwicklung gibt.

An diesem Beispiel vermögen wir auch zu ermessen, wie der besprochene Mechanismus der Artwandlung ein solcher ist, der gerade das Grundproblem der Stammesentwicklung, die ganzheitliche und anscheinend zweckmäßige Umgestaltung, einem Verständnis näherbringen kann.

Die gegebene Übersicht dürfte gezeigt haben, daß die hier ausgeführten Betrachtungsweisen eine tiefere Einsicht in zahlreiche biologische Probleme und eine Synthese vieler biologischer Phänomene versprechen. Sie vermögen zwischen der Physiologie des Stoffwechsels und dem Phänomen des Wachstums eine Brücke zu schlagen; wesentliche Momente der organischen Formbildung erscheinen quantitativen Gesetzmäßigkeiten zugänglich; grundlegende Probleme der Stammesentwicklung, wie das der Orthogenese, des Entstehens ganzheitlicher Artwandlungen, aber auch des biogenetischen Grundgesetzes usw. werden in eine neue Beleuchtung gerückt. So können wir von dem hier skizzierten Gebiet in Zukunft sowohl weitere wichtige Einsichten wie auch praktische Folgerungen erwarten.

Summary

The author gives a survey on the theory developed by him on organic growth. He succeeds in proving a relation between metabolism and growth. His hypothesis can be expressed by a simple differential equation. In the group of the metazoa, three different types of metabolism are found which can be distinguished from the point of view of the relation between oxygen consumption and bodyweight. Growth formulas may be deduced for the different types of metabolism which are in good accordance with the empirical growth curves. The importance of growth principles for morphogenesis is stressed. It may be concluded that significant phenomena of the ontogenetic and phylogenetic process may be interpreted as manifestations of growth principles and may thus be submitted to a quantitative analysis.

[1] L. v. Bertalanffy, Theoretische Biologie. 2. Bd.: Stoffwechsel, Wachstum (Berlin 1942).

Brèves communications - Kurze Mitteilungen
Brevi comunicazioni - Brief Reports

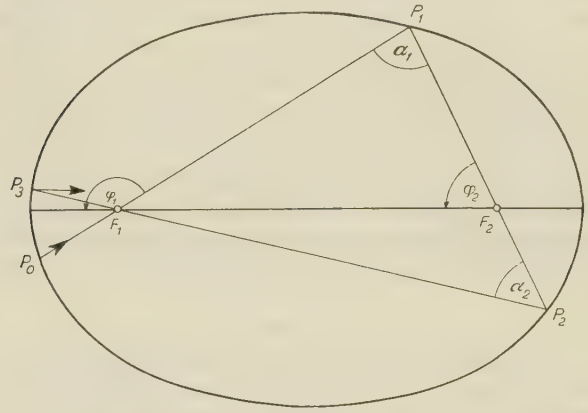
Les auteurs sont seuls responsables des opinions exprimées dans ces communications. – Für die kurzen Mitteilungen ist ausschließlich der Autor verantwortlich. – Per le brevi comunicazioni è responsabile solo l'autore. – The editors do not hold themselves responsible for the opinions expressed by their correspondents.

Über einen Ausnahmefall des Wiederkehrsatzes von Poincaré

Bei der Untersuchung der Stabilität des Planetensystems fand Poincaré[1] den folgenden Satz, der für die *statistische Mechanik* von grundlegender Bedeutung geworden ist:

Eine inkompressible Flüssigkeit befinde sich in einem Raum von beschränktem Volumen in einer stationären Bewegung. Durchläuft ein Teilchen zur Zeit $t = 0$ den Punkt P_0, so ist es «unendlich wahrscheinlich», daß das Teilchen im Laufe seiner Bewegung immer wieder in beliebige Nähe des Punktes P_0 gelangen wird.

Wie schon Poincaré selbst und später auch Hadamard und Carathéodory[2] bemerkt haben, läßt sich der Begriff «unendlich wahrscheinlich» mit Hilfe des Lebesgueschen Maßes sauber fassen: die Punkte, für die *keine Wiederkehr* im Sinne des Satzes stattfindet, bilden eine *Menge vom Maße* 0.



Bekanntlich läßt sich der Wiederkehrsatz auf ein abgeschlossenes mechanisches System anwenden, dessen Phasenraum endlich ist. Er besagt, daß der Phasenpunkt des Systems im Laufe der Bewegung immer wieder der ursprünglichen Lage beliebig nahekommen muß. Ausnahmen können stattfinden. Aber die Ausnahmepunkte des Phasenraumes bilden eine Menge vom Maße 0.

In der vorliegenden Mitteilung möchten wir auf eine solche Ausnahme zurückkommen, die von G. D. Birkhoff[3] in einem größeren Zusammenhang gestreift wurde. Das Beispiel besitzt den Vorteil, daß es sich, wie wir zeigen werden, mit einfachen Hilfsmitteln darlegen läßt:

Vorgelegt sei ein Billard, das von einer Ellipse begrenzt wird. Die punktförmig vorausgesetzte Kugel bewege sich auf dem horizontalen Tisch reibungsfrei, so daß sie am Rande unendlich oft reflektiert wird. Im Laufe ihrer Bewegung wird die Kugel nach dem Wiederkehrsatz jeder Phase immer wieder beliebig nahekommen. Eine Ausnahme bilden aber die Bahnen durch die Brennpunkte der Ellipse. Wir behaupten nämlich: *Wenn die Kugel durch einen Brennpunkt der Ellipse läuft, so konvergiert ihre Bahn gegen die große Achse der Ellipse.*

Zum Beweis nehmen wir an, die Bahn beginne in einem Punkte P_0 der Ellipse, der wie in der Figur außerhalb der großen Achse liegen möge.

Die Kugel laufe von P_0 aus durch den einen Brennpunkt F_1. Im Punkte P_1 der Ellipse werde sie reflektiert. Daraufhin muß die Kugel, einer bekannten Eigenschaft der Ellipse zufolge, den andern Brennpunkt F_2 passieren. Die nächste Reflexion erfolge im Punkte P_2, worauf die Kugel von neuem durch F_1 läuft, usw.

Mit φ_n $(n = 1, 2, \ldots)$ bezeichnen wir den Winkel, um den man das n-te Bahnstück $P_{n-1}\,P_n$ im positiven Sinne drehen muß, bis es mit der großen Achse zusammenfällt. Die Winkel φ_n liegen offenbar alle im Intervall $0 \leqq \varphi_n < \pi$.

Ferner seien $\alpha_1, \alpha_2, \ldots$ die Winkel zwischen den Bahnstücken in den Punkten $P_1, P_2, \ldots$. Die Konvergenz der Bahn gegen die große Achse folgt unmittelbar, wenn wir beweisen können, daß

$$\alpha_n \to 0.$$

Um dies zu zeigen, entnehmen wir dem Dreieck $F_1F_2P_1$ die Relation $\varphi_2 = \varphi_1 - \alpha_1$ und entsprechend aus den Dreiecken $F_1F_2P_n$ $(n = 1, 2, \ldots)$

$$\varphi_{n+1} = \varphi_n - \alpha_n.$$

Folglich nehmen die Winkel φ_n wegen $\alpha_n \geqq 0$ monoton ab und streben gegen einen gewissen Grenzwert $\varphi \geqq 0$. Dies führt zu $\alpha_n \to 0$, womit unsere Behauptung bewiesen ist.

Will man die Überlegung auf $\varphi_n \to 0$ zuspitzen, so hat man auf das Dreieck $F_1F_2P_n$ hinterher den Sinussatz anzuwenden. Es ist zu beachten, daß ein kreisförmiges Billard im Gegensatz zum elliptischen keinen Ausnahmefall zum Wiederkehrsatz enthält.

Ed. Batschelet

Mathematisches Seminar der Universität Basel, den 2. April 1948.

Summary

In an elliptical billiard there exists, in contrast to a circular one, an exception to Poincaré's recurrence theorem, in as much as the path of a billiard-ball that goes through a focus of the ellipse converges toward the long axis.

Application of Partition Chromatography to Mixtures insoluble in Water

(The analysis of fatty acid esters)

In partition chromatography silica gel, starch, and cellulose have been used as a carrier for the stationary water phase, the latter substance being in the form of a paper strip[1]. The passage of a second phase, which is

[1] H. Poincaré, Les méthodes nouvelles de la mécanique céleste, t. 3, chap. 26, p. 140 ff.

[2] J. Hadamard, J. Math., 5e sér. *3*, 331 (1897). – C. Carathéodory, Sitzungsber. der Preuß. Akad. (1919), 2. Halbbd., p. 580 ff.

[3] G. D. Birkhoff, Dynamical Systems (1927), p. 251.

[1] R. Consden, A. H. Gordon and A. J. P. Martin, Biochem. J. *38*, 224 (1944).

not or only to a limited extent miscible with the first phase, makes it possible to separate various water soluble substances due to their different distribution tendency between the two phases. This has found wide application not only for the analysis of amino acids and peptides, but also of, e.g., organic acids of plants[1], sugars[2], creatine[3], flavine nucleotides[4], and the lower volatile fatty acids[5].

In order to make possible a much broader application of the partition chromatography method, BOSCOTT[6] has suggested the use of cellulose acetate, which has absorbed a certain amount of an organic solvent, as the stationary phase. However, we did not find any examples in the literature.

We attempted to apply the principle of partition chromatography for analysis of the higher fatty acids and used the paper strip modification. Filter paper strips (Schleicher & Schuell, No. 595) are treated with diluted vulcanized rubber latex, dried in air, rinsed with alcohol and acetone, and stored in the latter solvent until use. When the rubber content was approximately 30% on a dry weight basis the strips had not lost their porous structure, thus enabling organic solvents to move along by capillary forces.

Strips prepared in this way serve well for the separation of esters of higher fatty acids as is shown in the following table, where approximate R_F values for the ethyl esters of six fatty acids in different solvents are recorded. The rubber acts as the stationary "solvent" phase. Moreover, by using a solvent mixture containing a polar and a less polar component, e.g. methanol and benzene, the rubber may also act as a carrier for the less polar solvent by a sort of "salting out" effect. One considerable difficulty which needs to be overcome is the present lack of a suitable colour reaction to trace the ester spots, So far, their detection has been found possible by immersing the dried strips in a solution of Sudan IV in 50% acetone/water for a short period, when the esters become visible as red spots on a slightly less coloured background. To obtain reproducible results the use of perfectly uniform strip material is necessary. As will be seen from the table, the differences between the R_F values of the esters are so pronounced that separation is fairly easily effected if the necessary precautions are taken. The reproducibility is great enough to enable the different fatty acids to be identified from the R_F value. For quantitative purposes two parallel runs should be made since losses will occur during staining.

Ester	Approximate R_F Value	
	Methanol	Methanol/ Acetone 1:1
Ethyl stearate	0·20	0·35
Ethyl palmitate . . .	0·28	0·60
Ethyl myristate . . .	0·39	—
Ethyl laurate	0·49	—
Ethyl oleate	—	0·52
Ethyl erucate	—	0·28

[1] J. W. H. LUGG and B. T. OVERELL, Nature *160*, 87 (1947). – F. A. ISHERWOOD, Biochem. J. *40*, 688 (1946).
[2] S. M. PARTRIDGE, Nature *158*, 270 (1946). – A. E. FLOOD, E. L. HIRST, and J. K. N. JONES, Nature *160*, 86 (1947).
[3] G. A. MAW, Nature *160*, 261 (1947).
[4] J. L. GRAMMER, Nature *161*, 349 (1948).
[5] S. R. ELSDEN, Biochem. J. *40*, 252 (1946).
[6] R. J. BOSCOTT, Nature *159*, 342 (1947).

Work is proceeding on further fatty acid esters, on the use of other solvents and of other suitable polymers, on the more sensitive detection of the ester spots, and on the perfection of the method for quantitative analysis of fatty acid esters and lipid constituents.

It is evident that this modification of partition chromatography is very promising in regard to the resolution of mixtures of water-insoluble organic substances in general.

J. BOLDINGH

Research Laboratory Unilever N.V., Zwijndrecht, Holland, April 12, 1948.

Résumé

En appliquant du caoutchouc (ou bien un autre polymère) sur le papier filtre, la méthode chromatographique à partition peut être considérablement amplifiée de manière à rendre possible la séparation des substances non solubles dans l'eau. Le caoutchouc représente donc la phase stationnaire, le dissolvant organique, la phase mobile. Il est fait mention de quelques applications de cette méthode pour séparer les différents esters éthyliques des acides gras.

Beitrag zur Kenntnis oxydierter Stärke

In einer früheren Arbeit[1] wurde über eine Methode zur quantitativen Bestimmung von Karbonylgruppen in Oxyzellulose durch Oxydation berichtet.

Zum qualitativen Nachweis von Karboxylgruppen in Oxyzellulose wurden als Reagens aromatische Diamine benützt (Diaminreaktion[2]). Dabei wurden die Diamine von den Karboxylgruppen durch Addition gebunden und nach anschließender Diazotierung und Kuppelung zu Farbstoffen entwickelt.

In Fortsetzung dieser Arbeit befaßte ich mich mit der quantitativen Bestimmung der Karboxylgruppen in der Oxyzellulose. Es wurde Benzidin benützt, welches in analoger Weise gebunden wird. Die gefundenen Werte wurden als *Benzidinzahl* ausgedrückt.

F. MÜLLER[3] bestätigte mit seiner Überprüfung die Angaben HALLERS, daß eine Reihe von bisher bekannten Reaktionen zum Nachweis von Oxyzellulose bei der Bestimmung von oxydierter Stärke nicht anwendbar sind. Viele dieser Reaktionen werden bei Temperaturen ausgeführt, die höher sind als die Quellungstemperatur der Stärke.

Die beiden Methoden: 1. Nachweis von Oxyzellulose mit Hilfe von aromatischen Diaminen und 2. Charakterisierung des Oxydationsgrades durch Bestimmung der Karbonyl- und Benzidinzahl versuchte ich nun auch bei den durch Oxydation modifizierten Stärken anzuwenden. Ich fand, daß die Oxymation zur Bestimmung von Aldehyd- und Ketogruppen bei oxydierten Stärken mit Erfolg benützt werden kann. Gleichzeitig wurde mittels aromatischer Diamine die Anwesenheit von Karboxylgruppen in den oxydierten Stärken nachgewiesen. Auf analoge Art wie bei der Oxyzellulose erfolgte auch bei der oxydierten Stärke die quantitative Bestimmung der Karboxylgruppen durch Feststellung des gebundenen Benzidins.

Einer besonderen Untersuchung wurden auch die Lösungen oxydierter Stärken in kalter Normalnatronlauge unterzogen. In diesen alkalischen Lösungen versuchte ich die Ausfällung der oxydierten Stärke durch Zugabe

[1] M. u. M. KRAJCINOVIC, J. App. Chem. (Moscow) *19*, 424 (1946).
[2] M. u. M. KRAJCINOVIC, J. Text. Inst. *38*, t. 11 (1947).
[3] F. MÜLLER, Helv. chim. acta *29*, 21 (1946).

von Alkohol. Auf diese Weise sollte festgestellt werden, wieviel Alkohol erforderlich ist, um den Beginn einer Niederschlagsbildung hervorzurufen. Es wurde dabei gefunden, daß die erforderlichen Alkoholkonzentrationen proportional mit dem Anwachsen des Oxydationsgrades ansteigen (s. Tabelle).

Übersicht der für die oxydierte Stärke charakteristischen Zahlen

	Konzentration des zur Oxydation der Stärkeproben verwendeten H_2O_2	Charakteristische Zahlen				Beginn der Niederschlagsbildung (Alkoholkonzentration in Vol.%)
		Kupferzahl	Karbonylzahl	Benzidinzahl	COOH %	
1	12%	7,70	6,72	6,90	0,169	43
2	6 ,,	4,95	3,64	4,74	0,115	38
3	4 ,,	3,19	2,66	3,45	0,084	30
4	2 ,,	1,54	1,12	2,39	0,058	20

Experimenteller Teil

Die Versuche wurden an oxydierten Kartoffelstärken (*Amylum solani*) ausgeführt, welche durch Behandlung mit Wasserstoffsuperoxyd verschiedener Konzentration (2–12%) gewonnen wurden. Zu je 10 g Stärke wurden bei jeder Probe 40 ml H_2O_2 in der angegebenen Konzentration zugesetzt. Die Operation erfolgte in einem gedeckten Becherglase bei Zimmertemperatur und nahm 17 Tage in Anspruch. Der Inhalt wurde von Zeit zu Zeit umgerührt. Dann wurde die Flüssigkeit durch Dekantieren abgegossen und die oxydierte Stärke mit Alkohol ausgewaschen. Zur vollkommenen Entfernung der letzten Reste von anhaftendem H_2O_2 wurden den Proben dreimal je 10 ml Alkohol zugesetzt und jedesmal die bearbeitete Substanz unter gelindem Erwärmen (50°) zur Trockene gebracht.

Die Bestimmung der Karbonylzahl in den oxydierten Stärken wurde folgendermaßen vorgenommen: Zu etwa 1 g Oxyamylum wurden 20 ml einer 0,1 n Hydroxylaminchlorhydratlösung und 10 ml 0,1 n NaOH zugesetzt. Mit der frisch bereiteten Reagenslösung war die Oxymation schon nach 20 Minuten bei gewöhnlicher Temperatur vollendet. Durch Titration mit 0,1 n Salzsäure wurde der Überschuß des bei der Oxydation nicht aufgebrauchten NH_2OH bestimmt, wobei Methylorange als Indikator diente. Zum Vergleich wurde ein unter den gleichen Bedingungen ausgeführter blinder Versuch angestellt.

Die Berechnung der Karbonylzahl erfolgt nach der folgenden Formel:

$$\text{CO-Zahl} = \frac{2{,}8\ (a - b)}{e}\ .$$

Dabei ist a die Anzahl ml 0,1 n Salzsäure, die bei dem blinden Versuche verbraucht wurde, b die Anzahl ml 0,1 n Salzsäure, die bei dem Oxydationsversuch verbraucht wurde, und e die Abwaage der oxydierten Stärke in Gramm.

Somit drückt die Karbonylzahl in Milligramm die Menge an Karbonyl (CO) aus, die in einem Gramm oxydierter Stärke enthalten ist.

Ermittlung der Benzidinzahl zum Zwecke der quantitativen Bestimmung der COOH-Gruppen in den durch Oxydation modifizierten Stärken: 1–2 g oxydierter Stärke werden in einen mit eingeschliffenem Stöpsel versehenen Kolben gebracht. Sodann gibt man 100 ml 0,001 M-Lösung Benzidin hinzu. Nach 50stündiger Einwirkung – oder bei ständigem Schütteln schon nach 4 Stunden – werden von der Lösung genau 50 ml abpipettiert und hierin die Diazotierung des Benzidinüberschusses durchgeführt. Zu diesem Zweck erfolgt eine Zugabe von 6 ml 10%iger HCl- und 4 ml 5%iger $NaNO_2$-Lösung. Nach 20 bis 30 Minuten ist der Diazotierungsprozeß beendigt. Durch Zugabe von Natriumazetat wird der Überschuß an HCl neutralisiert. Das auf diese Art erhaltene tetrazotierte Benzidin wird quantitativ an R-Säure gekuppelt, indem man 30 ml 0,02 M-Lösung hinzugibt. Nach 5–10 Minuten ist die Kuppelung beendigt und man verdünnt mit Wasser auf 1000 ml. Unter Anwendung einer blinden Probe wird die so entstandene Farblösung mit dem Duboscq-Kolorimeter geprüft. Die zum Vergleich herangezogene Farblösung wird auf die gleiche Art aus 50 ml 0,001-M-Originalbenzidinlösung entwickelt. Die Benzidinzahl drückt in Milligramm die Menge an addiertem Benzidin aus, die in 1 g oxydierter Stärke enthalten ist. (Die gleiche Reaktion kann in modifizierter Form zum qualitativen Nachweis von oxydierter Stärke angewendet werden. Zu diesem Zwecke könnten neben Benzidin auch noch andere aromatische Diamine (p-Phenylendiamin, Toluylendiamin usw.) verwendet werden, die nach Addition an die oxydierte Stärke durch Diazotierung und Kuppelung an Entwickler (β-Naphthol, 1-Phenyl-3-methyl-5-pyrazolon u.dgl.) zu Farbstoffen entwickelt werden können.)

Die Tabelle zeigt die charakteristischen Zahlen, wie sie bei den einzelnen oxydierten Stärken gefunden wurden. Sie enthält ferner die Angaben über die Alkoholkonzentrationen, welche eine Niederschlagsbildung in den alkalischen Lösungen einzelner oxydierter Stärkeproben herbeiführen.

Schlußfolgerung: Oxydierte Stärken enthalten Ketogruppen und Karboxylgruppen. Zu ihrer Bestimmung wurden Verfahren ausgearbeitet, die sich bereits bei der quantitativen Bestimmung dieser Gruppen in der Oxyzellulose bewährt haben.

M. Krajčinović

Institut für organische Technologie, Technische Fakultät der Universität Zagreb (Jugoslawien), den 28. November 1947.

Summary

Oxydized starches contain keto groups and carboxyl groups. A procedure for their determination is described which already has proved satisfactory for the quantitative determination of these groups in oxycellulose.

The Effect of Ultrasonic Vibration on Benzopyrene

The carcinogenous effect of benzopyrene is well known. Generally it is applied dissolved in a lipoid-dissolving fluid, and the solution is usually dropped several times in series ento the hairless skin of animals. Tumors are caused almost in 100% of the cases.

It was a question whether benzopyrene injected intravenously could equally produce a cancer. This problem became important during Dr. Berencsi's proceeding investigations, and its solution has significance from the point of view of further experiments.

For the experiments, it was necessary to dissolve benzopyrene in water. This became possible by ultrasonic irradiation produced by Garay's oscillator[1]. The instrument worked with a frequency of 300 kHz, the intensity of the high-frequency current being 450 mA. The voltage used was 13,0 kV, the time of irradiation 60 min. By ultrasonic vibrations benzopyrene could be brought into a bluish-green fluorescent colloidal solution. This solution was stable for weeks. Under the fluorescence microscope the colloidal solution showed a lively fluorescent, seemingly microcrystalline Brownian movement.

In our experiments about 0·10 g benzopyrene was dissolved in 5 cm^3 of water. This solution was injected intravenously into rabbits and mice. Mice received once a week 0·10 cm^3 of the solution, rabbits 3·0 cm^3. Number of the injections was 4—6. After treatment the animals were observed for a long time. Mice were observed till their death. Dissection took place in all cases. In the organs of the animals no tumorous pathological changes were ever found. During the treatment no mouse died. Death occurred for other reasons 3—11 months after treatment. The rabbits continued to live for 1½ years and no pathological changes were observed. The experiments had to be left unfinished on account of war difficulties.

[1] K. Garay, M. Orv. Arch. *44*, 5 (1943).

Number of animals used: 12 mice and 9 for control. 5 rabbits and 4 for control.

Two explanations are possible for this result: (1) The benzopyrene was not carcinogen as the irradiation changed its structure and the carcinogenous factor disappeared. (2) The intravenous benzopyrene, which reaches the inner organs and does not come into contact with the skin, cannot produce its carcinogenous effect. If the latter explanation is true, it might lead to interesting investigations in the field of cancer therapy.

GARAY's work has been supported by the "Széchenyi Scientific Society" and the Hungarian Board of Industry.

K. GARAY and G. BERENCSI

Institute of General Pathology, University of Budapest, January 8, 1948.

Zusammenfassung

Benzopyren wurde durch Ultraschallbestrahlung in Wasser gelöst und Kaninchen und Mäusen intravenös injiziert. Es wurde keine karzinogene Wirkung beobachtet.

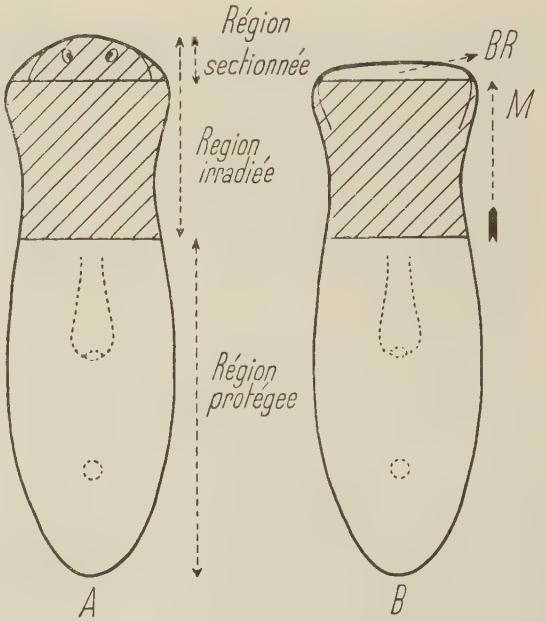
Mise en évidence d'un système de corrélations intervenant dans la régénération des Planaires d'eau douce

Nous avons montré dans des publications récentes[1] que les cellules de régénération peuvent effectuer des migrations de grande étendue à travers le corps des planaires. Si l'on soumet aux rayons X (dose supérieure à 3000 r) la moitié antérieure de la planaire *Euplanaria lugubris*, on détruit les cellules de régénération dans cette région. La régénération a lieu cependant, grâce aux néoblastes qui affluent de la région saine, mais elle est retardée du temps nécessaire à ces néoblastes pour effectuer leur migration. FR. DUBOIS[2] a donné récemment une nouvelle démonstration de cette migration. Si l'on irradie une planaire entière, elle est incapable de régénérer une tête. Mais si l'on greffe à l'emporte-pièce un fragment d'une planaire saine, la planaire irradiée peut régénérer une tête, grâce à l'apport des néoblastes du greffon.

La migration des cellules de régénération des planaires est-elle passive ou est-elle déclenchée par certains facteurs ? On constate tout d'abord que la partie antérieure irradiée d'une planaire se nécrose et meurt, si l'on ne pratique aucune amputation dans cette région. Elle survit et régénère, si l'on ampute la tête.

Quand l'amputation est faite immédiatement après l'irradiation, la régénération se produit au bout de 28 à 30 jours à la température de 15° C, si la distance à parcourir par les néoblastes est égale aux $^2/_5$ de la longueur totale de la planaire (figure). Si la tête est sectionnée t jours après l'irradiation (t = 15 à 30 jours), la régénération ne se produit qu'après t + 30 jours.

Ces résultats prouvent que la migration ne commence qu'après la section de la tête et qu'elle est déclenchée par elle. L'appel des cellules de régénération peut être provoqué par l'amputation d'une partie quelconque du corps, aussi bien dans la région postérieure que dans la région antérieure. Nous nous sommes demandé si une amputation, telle que la section de la tête, est nécessaire au déclenchement de la migration. Nous avons pratiqué, au niveau de la tranche postérieure de la tête, une incision franche, dont la réparation ne nécessite pas de régénération, mais une simple cicatrisation. Nous savons que, dans les conditions de l'expérience, les cellules de régénération effectuent en 30 jours le trajet qui les sépare de ce niveau à travers la zone irradiée. Si l'appel de migration se produit, les cellules de régénération seront donc en place 30 jours après l'intervention. Effectivement, si l'on sectionne la tête à ce niveau au bout de 30 jours, la régénération commence *immédiatement*. Une simple incision suffit donc à provoquer l'appel des néoblastes. La migration ne se produit cependant pas, quand la lésion est trop petite, ni sous l'influence des nécroses consécutives à l'irradiation.



Irradiations localisées. A. – Schéma d'une intervention: irradiation de la région antérieure au pharynx, amputation de la tête. B. – Résultat de l'intervention: migration, d'amplitude M, des cellules de régénération. Constitution d'un blastème de régénération *B.R.*, en avant de la zone irradiée.

La migration est toujours orientée vers la région d'où vient l'appel, elle ne se produit pas dans les autres directions. Elle s'arrête au niveau où a été faite la lésion stimulatrice. Il a d'autre part été démontré que l'appel de migration se transmet dans les conditions normales à tout le corps d'une planaire[1].

Ces résultats mettent en évidence l'existence d'un système de corrélations entre les différentes parties du corps d'une planaire. De la région lésée part un stimulus, qui déclenche la migration des cellules de régénération de tout le corps vers cette région. Quelle est la nature de ce stimulus ? On peut envisager une explication humorale: la région lésée sécréterait des substances qui, diffusant à travers le corps de la planaire, exerceraient leur attraction sur les néoblastes. Nous cherchons actuellement à vérifier cette hypothèse humorale, sans perdre de vue que l'hypothèse de corrélations s'exerçant par la voie nerveuse n'est pas entièrement exclue.

ET. WOLFF et FR. DUBOIS

Laboratoire de zoologie et d'embryologie expérimentale de l'Université de Strasbourg, le 21 avril 1948.

[1] ET. WOLFF et FR. DUBOIS, C. R. Acad. Sci. *224*, 1387 (1947); C. R. Soc. Biol. *141*, 903 (1947); *141*, 906 (1947).

[2] FR. DUBOIS, C. R. Soc. Biol., séance du 17 avril (1948); C. R. Acad. Sci. *226*, séance du 12 avril (1948).

[1] FR. DUBOIS, C. R. Soc. Biol., séance du 13 mars (1948).

Summary

We show that there are correlations in regenerative fresh water planarians between all the parts of the body. When planarians are wounded in any part of the body, this mutilation will set regenerative cells in movement, which are able to travel a very long way in their migration. The extent and the speed of migration haves been shown by the method of localized X-ray irradiations.

When the regenerative cells that are nearest to the wound have been killed with X-rays, regeneration occurs through the access of cells from the farther parts of the body. The nature of the stimulus is not yet known.

On Temperature Regulation and Metabolism in the Swift, *Micropus* a. *apus* L., during fasting

As a part of a more comprehensive investigation concerning the ecology and physiology of the swift, *Micropus* a. *apus* L., a series of experiments was carried out in order to explain how this species, bound to feed on the insects in the air, can survive during a fast caused by a protracted period of bad weather. In the following, an account of the most important results of this preliminary experiment is given.

As experimental animals young swifts aged about 4—5 weeks and breeding adult swifts were used. Immediately after being taken from the nest they were placed in separate glass vessels. No nourishment or water was given during the experiment. Each bird was weighed every hour, likewise the body temperature was measured once an hour. Weighing was carried out with ordinary analytical scales. In measuring the body temperature a thermocouple was used. The body temperature was measured in the throat. The metabolic rate was determined by means of the well-known method of Haldane, modified by Kendeigh[1].

Table I

Environmental temperature (°C)	Survival time (hours)	
	Adult	Juvenile
19	100	150, 175
24	100, 100, 120, 135	205, 210, 220, 290
30	110	—

At 24°C the survival time of young swifts (Table I) is on an average about 230 hours (about 9 days). It is, however, to be noted that this value was obtained under unnatural experimental conditions, in which the birds, for the sake of the different measurements, were regularly disturbed. This causes, of course, a decrease in hunger resistance. According to Hugues[2] 2 young swifts, kept in complete quiet, were able to fast 13 or even 21 days. Brehm[3] mentions a fast of 6 weeks, the origin of this report, however, not being given. — The young of the small insectivorous birds are generally known to be very sensitive to lack of food. A fast exceeding 2 days may be quite exceptional (compare Groebbels[4], p. 571).

[1] S. C. Kendeigh, J. Exp. Zool. *82*, 419 (1939).
[2] A. Hugues, Bull. Soc. zool. France *32*, 106 (1907).
[3] Brehms Tierleben, 8 Bd. (Vögel: 3. Bd.) (4. Aufl., Leipzig u. Wien, 1911), p. 307.
[4] Fr. Groebbels, Der Vogel, I (Berlin 1932).

Table II

	Adult		Juvenile		Diff. of means
	Limits	Mean	Limits	Mean	
Initial weight (g)	40·0–45·3	42·2	43·5–53·3	49·2	7·0
Weight at death (g)	25·1–28·3	26·1	19·4–24·9	23·2	2·9
Weight loss (g) .	14·5–18·7	16·1	18·9–30·4	26·0	9·9
Weight loss (% of initial weight) .	26·3–41·4	38·1	43·4–59·5	52·5	14·4

The ability of adult swifts to resist hunger is remarkably lower, though it exceeds markedly the general resistance of smaller birds. The adult birds used in the experiments generally died after a fast period of 110 hours (4 days).

At 24°C *young swifts are able to fast about 120 hours (5 days) longer than the adult individuals.* This peculiarity

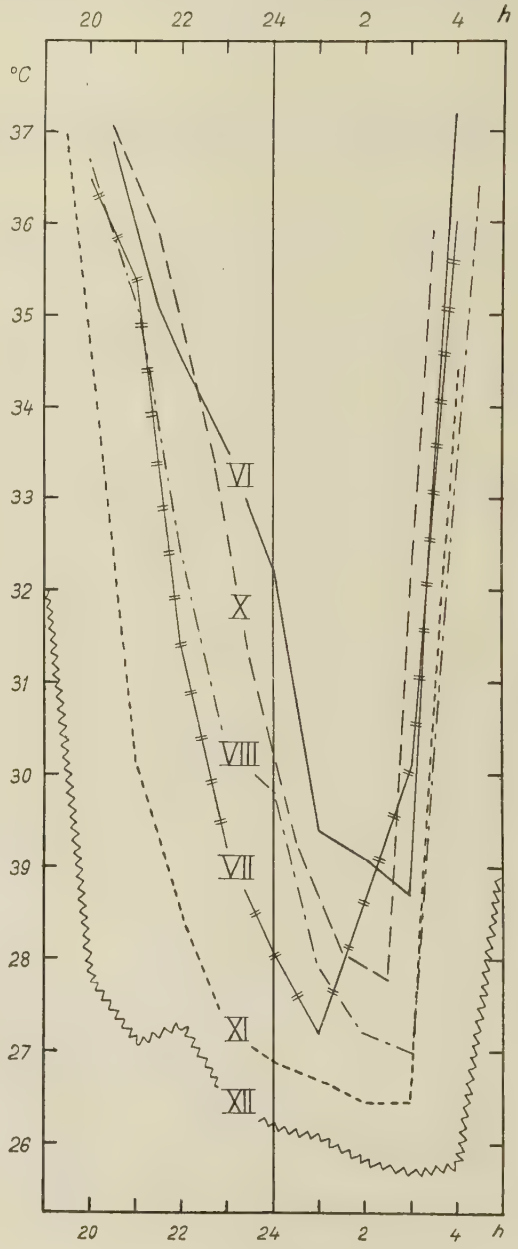


Fig. 1.

is evidently caused by the fact that a young swift still lying in the nest is, under normal conditions, remarkably heavier than the adults. As seen in Table II, the mean weight of the young at the beginning of the experiment was 49·2 g, while the adult swifts weighed only 42·2 g, a weight agreeing with the normal weight of adult swifts (e.g. WEITNAUER[1]). Thus, the young had a weight surplus of, on the average, 7·0 g, evidently available for use during fasting.

The mean weight of the young at death was 23·2 g, that of the adults being 26·1 g. Thus, the young had in fact 7·0 + 2·9 = 9·9 g more available food deposits than the adults. By this means, the average total weight loss of the young, during the experiment, was about 10 g greater than that of the adults. While fasting, the young swifts are able to utilize at least half (on an average 52·5 %) of the total body weight. The weight loss of the adults agrees with the normal weight loss producing death in birds (GROEBBELS, op. c.)[2]

In the first few days, the body temperature of fasting swifts fluctuates within the limits of the normal physiological rhythm (compare e.g. HILDÉN and STENBÄCK[3], BALDWIN and KENDEIGH[4]). After a fast of a certain length, however, *they lose the capacity for temperature regulation and change in their thermal reactions like poikilothermic animals.* During the diurnal sleep period, the body temperature falls, being, in markedly developed hunger conditions, only 2—3°C higher than the environmental temperature (in different experiments varying from 18·5 to 30°C).

Fig. 1 illustrates the body temperature of a young swift in a fairly deep hunger coma, between the 6th—12th fast-nights. The body temperature of the young swift in the resting condition is rather low (38—39°C). This value lasts till the early afternoon, whereupon the body temperature gradually begins to fall, and the bird is sunk

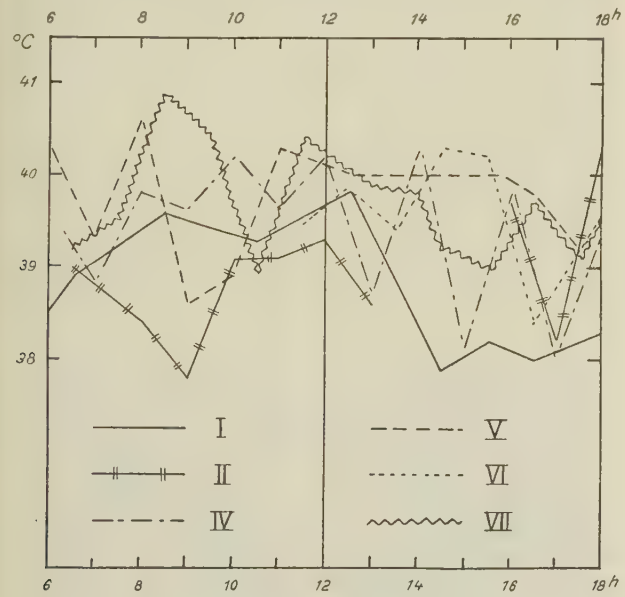


Fig. 2.

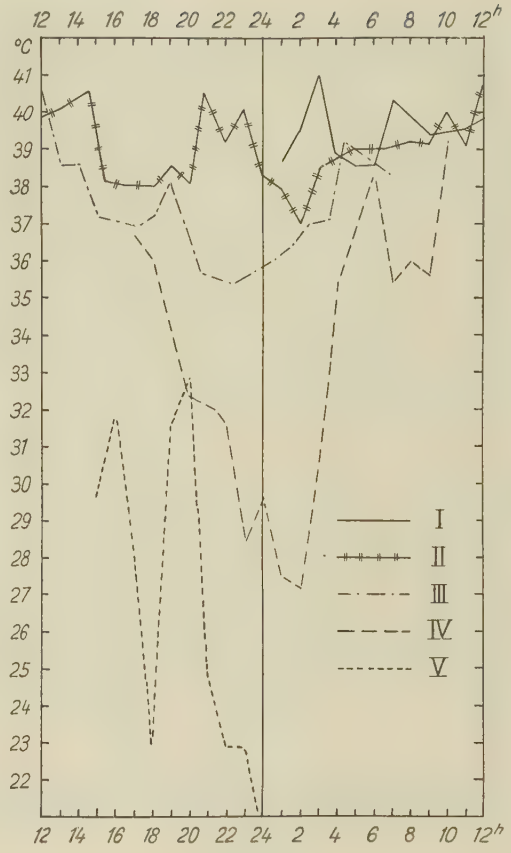


Fig. 3.

in coma. The minimal body temperature is reached between 1 and 3 a.m., after which time recovery of consciousness and a rise in the body temperature take place very rapidly. Each night over a longer period (in this case about a week) the body temperature falls to 25—29°C, the environmental temperature being 24°C. In an environmental temperature of 19°C, on the 7th fast-night, a body temperature of 20·1°C was measured.

After the bird recovers consciousness, the body temperature rises regularly to the normal day rate or at least close to it. The period of high body temperature, however, diminishes from day to day.

The mechanism of temperature regulation in adult birds is disturbed more easily (Fig. 2). Later on, the fall in body temperature to the critical limit takes place, likewise, more rapidly and without a distinct period of reversible coma (Fig. 4).

Along with the loss of the capacity for temperature regulation the whole metabolic rate changes in a manner corresponding to that of poikilothermic animals. The rate of breathing, under normal conditions about 40 times/min, falls to 10 times/min. Fig. 4 shows the carbon dioxide output during coma. In an entirely corresponding manner the oxygen consumption, the water loss, and the body weight loss fall remarkably. In an awakening young swift the average body weight loss is 100—150 mg/hour. In the deepest reversible coma the weight loss falls to $^1/_{10}$ of that.—The awakening from the coma generally occurs very rapidly, in some cases even in about 20 minutes. A waking—in particular a freshly awakened—swift is exceedingly energetic and forceful.

The practical significance of the coma condition, described above, may, by lowering the energy requirements, be very remarkable. Under natural conditions the

[1] E. WEITNAUER, Orn. Beob. *44*, 133 (1947).

[2] It should be mentioned that in HUGUES' (op. c.) experiments, in which the birds were in absolute quiet, the weight loss was 62 and 63% of the initial body weights (57 and 68 g resp.).

[3] A. HILDÉN and K. S. STENBÄCK, Skand. Arch. Physiol. *34*, 382 1916).

[4] S. PRENTISS BALDWIN and S. C. KENDEIGH, Sci. Publ. Cleveland Mus. Nat. Hist. *3*, 1 (1932).

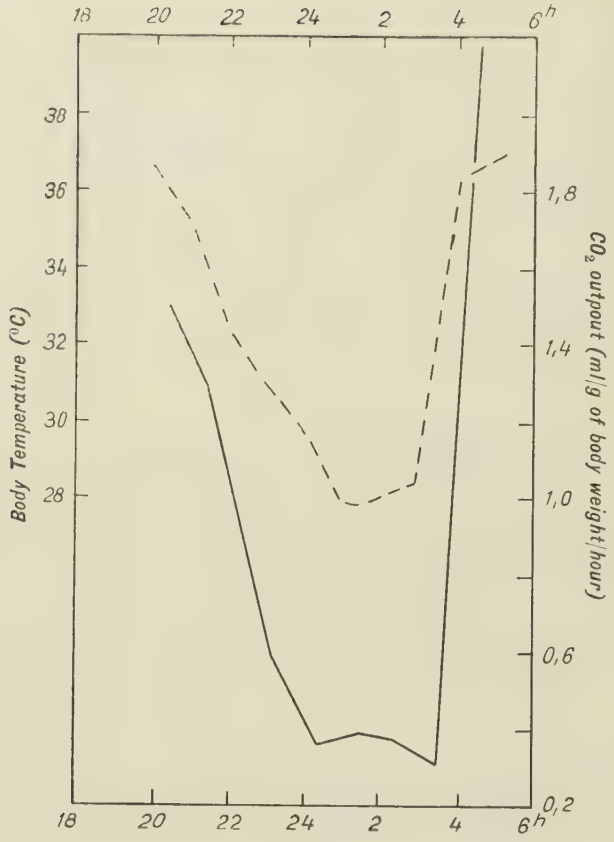


Fig. 4.

environmental temperature during the night drops noticeably. In consequence of this, a poikilothermic condition during the night is evidently very advantageous.

A temporary poikilothermy, appearing in a typical homoiothermic animal, is an interesting phenomenon of general physiology, worth especial attention. Appearing only in a state of a fairly long-developed hunger, it must, indeed, be regarded in certain respects as a pathological phenomenon. In spite of this, it evidently plays an important role in nature (compare Koskimies[1]).

In birds, as far as is known, only humming birds (*Trochilidæ*) and some of their relatives (*Colias*) are able, under certain conditions, to fall into a coma (Huxley, Webb, and Best[2]). In this connection it is interesting to remember that the swifts are very closely related to the humming birds.—To what extent a corresponding poikilothermy appears also in other birds is not known. It should, however, be noticed that even the swift only falls into a hunger coma after a fairly long period of starvation. Thus, it is probable that in other birds, the hunger resistance of which is lower, the hunger coma may be very difficult to demonstrate experimentally.

J. Koskimies

Physiological Department of the Zoological Laboratory, University of Helsinki, January 10, 1948.

Zusammenfassung

Durch vollständiges Fasten können junge und erwachsene Mauersegler in eine Art von Erstarrungszustand versetzt werden. Hierbei sinkt ihre Körpertemperatur nach 24stündigem Schlaf beinahe bis auf die Temperatur der Umgebung). So wurde zum Beispiel am 7. Fasttag bei 19°C eine Körpertemperatur von 21°C gemessen. Während des Tages wurde die Temperatur wieder annähernd normal. Der Erstarrungszustand ist bei Jungtieren am deutlichsten. Bei den erwachsenen Mauerseglern gibt es Störungen der Temperaturregulation; der Tod tritt schneller ein als bei den jungen Individuen. Die Jungtiere können bedeutend länger fasten als die ausgewachsenen Mauersegler, da sie reichlich Reservestoffe besitzen (das durchschnittliche Gewicht der Jungen ist etwa siebenmal größer als das der Erwachsenen). Überdies ist der Stoffwechsel im Erstarrungszustand verlangsamt. In der Natur dürfte diese vom Verfasser festgestellte Hungerstarre während der Zeit des schlechten Wetters eine große Bedeutung besitzen, wenn die Mauersegler — und zwar vor allem ihre Jungen — kein Futter bekommen können.

[1] J. Koskimies, Ornis Fennica, in press.

[2] J. S. Huxley, C. S. Webb, and A. T. Best, Nature *143*, 683 (1939).

Über induzierte Mutationserscheinungen an Milzbrand- und Kartoffelbazillen

Nachdem zuerst Griffith[1] nachgewiesen hatte, daß unbekapselte Pneumokokken ein Kapselbildungsvermögen und damit eine Veränderung in ihren antigenen und pathogenen Eigenschaften erlangen können, wenn sie mit getöteten bekapselten Pneumokokken oder mit Extrakten aus solchen zusammengebracht werden, konnten Avery und seine Mitarbeiter[2] eine Nukleinsäure als Erreger dieser Mutation bezeichnen. Boivin und seine Mitarbeiter[3] machten ebenfalls die Wirkung einer Nukleinsäure für die Umwandlung, die sie an *Bacterium coli* in der Richtung $R \rightarrow S$ beobachteten, verantwortlich. Wenn es in der Bakteriologie überhaupt statthaft ist, von Genen zu sprechen, so könnte man diese Versuchsergebnisse so interpretieren, daß sich durch die Aufnahme einer bestimmten Nukleinsäure aus einem Bakterienstamm derselben Bakterienart die Erbanlage der Bakterien um ein neues Gen (oder vielleicht sogar um mehrere Gene) vermehrt hat.

Wir stellten uns nun die Frage, ob es nicht gelingen könnte, auch bei unbekapselten Milzbrandbazillen (*Bacillus anthracis*) bzw. bei unbekapselten Kartoffelbazillen (*Bacillus mesentericus* [*vulgatus*]) das Entstehen kapseltragender Varianten zu erhalten, jedoch nicht durch Zellbestandteile («Gene») der homologen, sondern durch solche der fremden Bakterienart.

Zunächst wurden kapsellose Milzbrandbazillen (Abb. 1a) mit einem keimfrei filtrierten Auszug bekapselter Kartoffelbazillen im Mörser verrieben. Nach Aussaat solcher Gemische auf Agarplatten entstanden, im Gegensatz zu bekapselten Milzbrandbazillen, auch bei Züchtung in gewöhnlicher Atmosphäre, in mehreren Fällen neben einer überwiegenden Mehrzahl von typischen Kolonien der unbekapselten Milzbrandvariante auch schleimige Kolonien. Die schleimigen Kolonien, die entweder vollständig der Glattform des Kartoffelbazillus entsprachen oder von ihr nur insofern abwichen, als sie eine ganz homogene Beschaffenheit hatten (Abb. 1c und d), bestanden ausschließlich aus bekapselten Bazillen (Abb. 2a). Dabei erwiesen sich diese bekapselten Keime als ebenso begeißelt wie die Kartoffelbazillen (Abb. 2b).

[1] F. Griffith, J. Hyg. *27*, 113 (1928).

[2] O. T. Avery, J. exp. Med. *79*, 137 (1944); *83*, 89 (1946); *83*, 97 (1946).

[3] A. Boivin, Exper. *2*, 139 (1946).

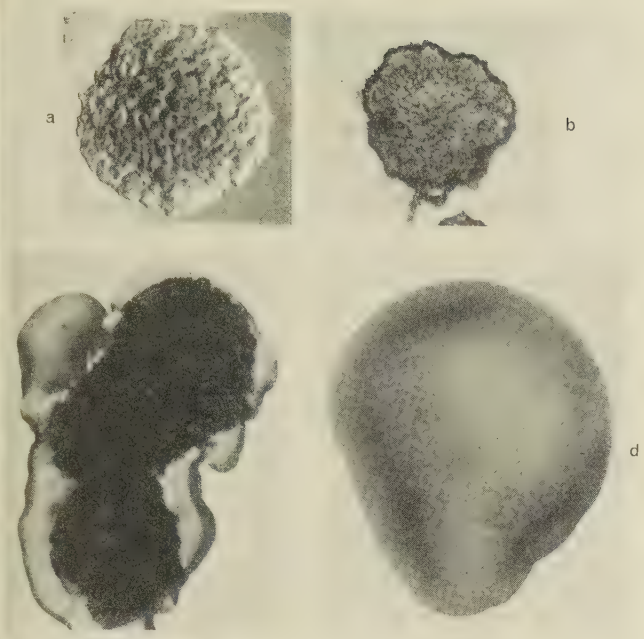


Abb. 1. 16stündige Kolonien auf Agarplatten (*a* bei Gegenwart von Kohlendioxyd, die übrigen bei gewöhnlicher Atmosphäre gewachsen). – *a* Kolonie von unbekapselten Milzbrandbazillen, *b* Kolonie von unbekapselten Kartoffelbazillen, *c* und *d* Kolonien von Milzbrandbazillen, die durch Behandlung mit Kartoffelbazillenextrakt bekapselt und begeißelt gemacht worden sind; *c* schleimige, zerfließende Kolonien mit dünklerer Mitte, ähnlich den Kolonien der bekapselten Urform des Kartoffelbazillus, *d* schleimige, zum Zerfließen neigende Kolonie von homogener Beschaffenheit. Vergr. 20:1.

Da die Versuche, unter Ausschluß der möglichen Fehlerquellen, soweit sie im positiven Sinne ausgefallen sind, stets zu demselben Ergebnis geführt haben, müssen wir annehmen, daß es tatsächlich gelingt, auf die angegebene Weise eine Mutation zu induzieren, wobei nicht nur die bezweckte Bekapselung der unbekapselten Milzbrandvariante, sondern auch ihre Ausstattung mit einem Geißelapparat zustande kommt. Wir sprechen hier absichtlich von einer Mutation, denn es handelte sich nicht um eine vorübergehende Variation. Zudem konnte auch dem Einwand begegnet werden, es könnten vielleicht in der ursprünglichen, unbekapselten Milzbrandkultur etwa latent vorhanden gewesene bekapselte Keime durch Einwirkung des Extraktes bekapselter Formen die Oberhand gewonnen haben. Die neue Mutante hat doch außer der Kapselbildungsfähigkeit eine durchaus milzbrandbazillenfremde Eigenschaft aufzuweisen, indem sie über einen Geißelapparat verfügt. Es ist zu betonen, daß die mutierten, bekapselten und begeißelten Milzbrandbazillen in morphologischer Hinsicht ganz den ursprünglichen Kartoffelbazillen entsprechen. Insbesondere ist hervorzuheben, daß die Kapseln kein so festes Gefüge zeigen wie die ursprünglich bekapselten Milzbrandbazillen. Sie erscheinen auffallend schleimig, mit ausgesprochener Neigung zum Zerfließen. Auch sind die einzelnen Bazillen etwas kleiner und gleichen auch in dieser Hinsicht den Kartoffelbazillen.

Die geschilderte Mutation läßt sich übrigens, wie spätere Versuche zeigten, auch auf einfachere Weise erzwingen, nämlich durch Beimpfung einer keimfrei filtrierten Bouillonkultur von bekapselten Kartoffelbazillen mit kapsellosen Milzbrandbazillen und Aussaat der Kultur auf Agarplatten nach einer Bebrütungszeit von 24 Stunden.

Auf die geschilderte Weise ist es uns später gelungen, durch Zusatz von Zellsubstanzen bekapselter Milzbrandbazillen zu einer unbekapselten Kartoffelbazillenvariante (Abb. 1b) bekapselte Kartoffelbazillen zu erhalten. Sie zeigten ein ähnliches Aussehen wie die ursprünglich bekapselten Kartoffelbazillen. Auch vermehrten sie sich, im Gegensatz zu bekapselten Milzbrandbazillen, selbst in gewöhnlicher Atmosphäre, in Form saftiger, glatter Kolonien, allerdings nicht auf gewöhnlichem, wohl aber auf Leberagar nach Huddleson.

R. Manninger und A. Nógrádi

Institut für Seuchenlehre und Bakteriologie der veterinärmedizinischen Fakultät in Budapest, den 23. Februar 1948.

Summary

Experiments have been carried out with strains of *Bacillus anthracis* and *Bacillus mesentericus* which in consequence of a mutation have lost their capsulas.

Non-capsulated living anthrax bacilli mixed with bacteria-free extracts of capsulated mesentericus bacilli may undergo a mutation which results in the appearance of constant strains of capsulated and flagellated bacilli with colony formation peculiar to *Bacillus mesentericus*. Similarly, after treatment of non-capsulated mesentericus bacilli with extracts of capsulated anthrax bacilli it is possible to isolate capsulated mesentericus bacilli.

It is pointed out that in both cases there is the question of the result of an induced mutation caused by the introduction of genes of the one species into the other.

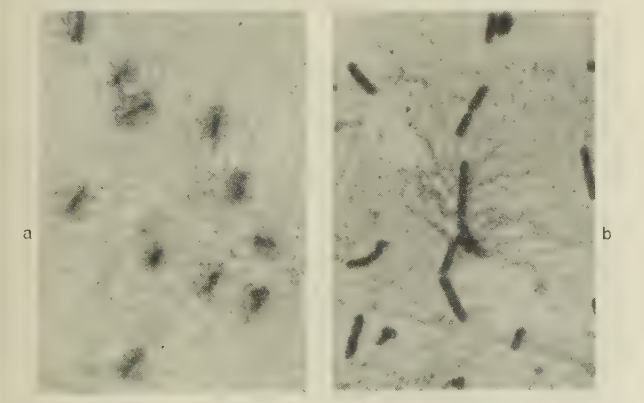


Abb. 2. Mit Zellmaterial von bekapselten Kartoffelbazillen behandelte Milzbrandbazillen. Bei *a* kapseltragende, bei *b* begeißelte Stäbchen (Färbung mit Karbolthionin bzw. nach Zettnow). Vergr. 2000:1.

Antibacterial Activity of *Penicillium divergens* Bainier

Among five hundred and thirty species of the genus *Penicillium* which we have tested on Czapek-Dox medium, *P. divergens* Bainier showed no antibacterial activity. This mould, however, when grown on modified Raulin-Thom solution gave an antibiotically active filtrate inhibiting the growth of *St. aureus* and *Esch. coli*.

The active substance has been adsorbed on charcoal and eluated with a mixture of ether and acetone (2:1). The solution obtained was reduced to $^1/_{10}$ of its original volume by evaporation, diluted with ether and passed through a column of alumina. The following crystallization yielded 25 mg of antibiotic substance from 1,000 ml of culture filtrate. The isolated substance was found to be identical with patulin (clavacin, clavatin, claviformin,

expansine) which has been previously obtained from culture filtrates of *P. expansum*[1], *P. claviforme*[2], *P. patulum*[3], and *Asp. clavatus*[4]. Like *P. expansum*, *P. patulum*, and *P. claviforme*, *P. divergens* belongs to the group *Asymmetrica fasciculata* of the genus *Penicillium*.

Using the method described by Brack, we found among other metabolites of this mould gentisinic acid and gentisin alcohol. The statements[5] about their antibacterial activity have been checked[6].

J. Barta and R. Mečiř

Prague, March 14, 1948.

Zusammenfassung

Aus den Kulturfiltraten des Schimmelpilzes *P. divergens* Bainier wurden drei antibiotische Stoffe — Patulin, Gentisinalkohol und Gentisinsäure — isoliert.

[1] A. Van Luijk, Mededelingen phytopath. Lab. Scholten *14*, 43 (1938).

[2] W. H. Wilkins and G. C. M. Harris, Brit. J. Exp. Path. *23*, 166 (1942).

[3] E. Chain, H. W. Florey, and M. A. Jennings, Brit. J. Exp. Path. *23*, 202 (1942).

[4] S. Waksman, E. S. Horning, and J. Spencer, J. Bacteriol. *45*, 233 (1943).

[5] A. Brack, Helv. chim. acta *30*, 1 (1947).

[6] J. Barta, M. Krajnik, R. Mečir, and V. Pičman, Chemický Obzor *22*, 49 (1947). – J. Barta and R. Mečir, Chemický Obzor (in press) 23 (1948).

Glomerular and Tubular Function in Experimental Renal Cortex Ischæmia

Recent studies by Trueta, Barclay, Daniel, Franklin, and Prichard[1] opened new aspects in the research field of renal physiology and pathology. These authors were able to show that the application of certain stimuli (such as faradic stimulation of the sciatic nerve or of the nervous network of the renal artery, administration of pituitrin, staphylococcus toxin, various pathological events, etc.) results in a very marked circulatory change, i.e. the blood of the renal artery flows via "juxtamedullary" glomeruli (glomeruli of the deepest zone of the renal cortex)—vasa recta, directly to the renal vein, thus rendering the cortex ischæmic and the medulla hyperæmic. Consequently, the glomeruli and tubuli of the cortex, representing the vast majority of the filtering and excreting elements of the kidneys, are completely excluded from the circulation. So the blood of the renal artery, diverted by this shunt, traverses the kidney only through the juxtamedullary glomeruli, the number of which is inadequate to cope with the task of normal urine production, but on the other hand their larger size and, in the first place, the fact that their vas efferens is wider too especially enables them to act as shunters.

In our experiments (20 adult dogs in narconumal anæsthesia), the changes of glomerular and tubular functions in cortical ischæmia caused by bilateral faradic stimulation of the nervous networks surrounding the renal arteries were investigated, by the well-known and excellent clearance methods of H. Smith[2].

Our results can be summarized as follows:

(1) *Glomerular filtration* as measured by the mannitol (Cm) and creatinine (Ck) clearances decreased in all cases of cortical ischæmia, in some cases even below one-tenth of its original value. This phenomenon is obviously the direct consequence of the fact that the "by-pass" circuit excludes all cortical glomeruli from the circulation.

(2) *The effective renal blood flow* (i.e. the amount of blood supplying the acting renal parenchyma) as measured by the p-aminohippuric acid clearance (C_{PAH}) decreases too in accordance with the changed blood flow, being thus diverted from the numerous cortical to the few juxtamedullary elements. Glomerular filtration rate and effective renal blood flow usually decrease parallel to each other, which proves that the same proportion of the kidney's effective blood flow undergoes filtration in the still functioning glomeruli; in other terms, the filtration fraction (the proportion of the kidney's effective blood flow undergoing filtration, Ff) remains unaltered. The filtration fraction increased, however, in cases where a very marked effect, leading to a strongly reduced glomerular filtration rate, was obtained. This phenomenon can be explained as follows: The vas efferens of the juxtamedullary glomerulus contracts too if strong stimuli are applied; this again, by raising the intraglomerular blood pressure, results in increased filtration in the same glomeruli.

(3) *Urine flow* decreased significantly in every case; in some cases even temporary anuria occurred. This latter is in all probability the consequence of the ischæmia involving even the juxtamedullary glomeruli if very strong stimuli are applied. *Tubular* water reabsorption remained unaltered in some cases (pure glomerular oliguria) but increased in others.

(4) *Maximal tubulary secretion* (tubulary mass, Tm_{PAH}) greatly diminished as a consequence of the ischæmia, leaving the cortical tubuli unsupplied.

(5) *Maximal rate of tubular glucose reabsorption* of the kidney (glucose tubulary mass Tmg) decreased too; this is only natural if the reduced or abolished function of the cortical glomeruli due to ischæmia is taken into consideration. Decrease of Tmg, however, is not proportional to that of glomerular filtration (Cm) as shown by the general and well-marked increase of the Tmg/Cm ratio after faradic stimulation of the periarterial plexuses. The Tmg/Cm ratio was 1·3 in general; after stimulation its highest value was 4·3 (in one case). Raised values of this ratio could be explained either by decreased filtration in the functioning juxtamedullary glomeruli or by the assumption of increased glucose reabsorption in the same nephrons. The first assumption can safely be discarded by recalling that increase rather than diminution of Ff has been observed in some of the experiments. Consequently it seems likely that the second assumption holds good and raised values of the ratio occur on account of increased maximal glucose reabsorption in the juxtamedullary nephrons (i.e. in the tubuli attached to the juxtamedullary glomeruli). This phenomenon is easily explained by considering that these tubuli lie in the medulla, tightly surrounded by the vasa recta in which, according to Trueta and co-workers the blood flow greatly increases whenever cortical ischæmia occurs. Naturally this medullary hyperæmia is likely to increase tubular reabsorption to a considerable extent. Increased water reabsorption, observed occasionally, may set in as a result of the same mechanism. Besides, the possibility that under the same conditions passive re-diffusion in the thin segment of the Henle loops occurs has to be taken into consideration.

(6) The p-aminohippuric acid concentration of the renal vein's blood increases following faradic stimulation (*diminished extraction*), thus proving that a great proportion of the blood escapes the functioning parenchyma

[1] J. Trueta, A. E. Barclay, P. M. Daniel, K. J. Franklin, and M. L. Prichard, Studies of the Renal Circulation (Blackwell Publ.; Oxford, 1947).

[2] H. W. Smith, Lectures on the Kidney (Kansas, 1943).

and traverses the kidney through the by-pass circuit. As soon as completed, our detailed work will be published.

We wish to express our gratitude to the Hungarian Chinoin Co. for synthesizing p-amino hippuric acid as well as to the Hoffmann-La Roche Co. for their gift of Narconumal, and to the Ciba and Richter Co. for supplying us with mannitol.

P. Gömöri, M. Földi, and G. Szabó

First Medical Clinic of the University of Budapest, February 18, 1948.

Zusammenfassung

Bei Nierenrindenischämie (hervorgerufen nach Trueta und Mitarbeitern durch Faradisation des Nierenhilus) wurde die Nierenfunktion geprüft. Die Glomerulusfiltration, die effektive Blutdurchströmung und die maximale PAH-Ausscheidung, sanken bedeutend ab. Auch die maximale Zuckerresorption wurde erheblich reduziert, aber erheblich weniger als die „Clearance" die Zuckerresorption im juxtamedullären Tubulus scheint demnach zu steigen. Die PAH-Konzentration des Blutes in der Vena renalis stieg nach der Faradisation sehr stark an; die Extraktion war also herabgesetzt.

The Absence of the Effect of Percorten in Alloxan-Diabetic Dogs

Recently we published our experiments[1] performed on normal dogs; as an introduction to the present work we have to summarize our previous results.

If the kidneys are loaded with glucose by means of intravenous infusion, the amount of glucose filtered in a unit of time steadily increases at an unchanged glomerular filtration rate; tubular reabsorption increases for a time, but after reaching its maximal value the amount of sugar reabsorbed remains constant, even if glucose filtration is further enhanced. This number, the Tmg[2] is a stationary, reproducible, individual value. If the tubuli are forced to maximal effort, glucose reabsorption diminishes after a while[3].

We could prove in our previous work that Tmg can be greatly elevated by the administration of synthetic adrenal cortex hormone (Percorten Ciba, Desoxycorticosterone acetateglucoside). We could draw the conclusion that the absolute value of Tmg depends, first of all, on the intensity of phosphorylation processes.

According to Laszt[4] phosphorylation processes are abnormally increased in diabetes; so we thought it would be of interest to investigate the effect of Percorten on Tmg in diabetes.

Our experiments were performed on alloxan-diabetic dogs. The day before the experiment the dogs were given 100 mg/kg bodyweight alloxan intravenously and thereafter a large glucose infusion to prevent hypoglycæmia. Next day the dogs were diabetic, their blood sugar was between 180–350 mg%. In such state we performed the glucose infusion and, after reaching the Tmg, we administered Percorten. As can be seen from the table, Percorten was wholly ineffective in these cases.

Further experiments for the interpretation of our results are in progress. Perhaps they can be explained according to Laszt: it is possible that the effect of Percorten is missing in these cases because phosphorylation processes are already increased in diabetes. Laszt was able to prove that the cells of the intestinal villi show increased glucose reabsorption in diabetes.

Before Percorten				
Dog No.	Clearance	Fg	Eg	Rg (Tmg)
1	4	60	34	26
2	20	276	21	255
3	11	168	104	64
4	12	120	42	78
After Percorten				
	Clearance	Fg	Eg	Rg (Tmg)
	3·3	73	48	25
	19·5	312	20	292
	10·0	174	124	50
	11·0	134	57	77

Fg = Filtered glucose mg/min. Eg = Excreted glucose mg/min. Rg = Reabsorbed glucose mg/min.

Blood sugar was determined by the method of Fuijta-Iwatake. Glomerular filtration rate was calculated by means of the mannitol and creatinine clearances.

The other possibility that the effect of Percorten is missing may be because a severe tubular lesion is produced by alloxan.

We have to express our gratitude to the firm Richter, to the Ciba AG., and the firm La Roche for supplying us with mannitol, Percorten, Narconumal, and Alloxan.

M. Földi, J. Sándor, and G. Szabó

First Medical Clinic of the University of Budapest, February 18, 1948.

Zusammenfassung

Es wurde in früheren Arbeiten mitgeteilt, daß die maximale tubuläre Zuckerresorption (Tmg) durch Percorten bedeutend erhöht wird. In der vorliegenden Untersuchung wird gezeigt, daß das Percorten im alloxandiabetischen Organismus keine Wirkung auf die Tmg hat.

Statistical Investigations on the Relation between the Ultra-violet Rays of the Sun and Spasmophilic Convulsions

While it is certain that tetany is a seasonal disease, the meteorological factors responsible for its acute manifestations have not been identified up to now, according to the view of those who speak of "tetanic weather". Moro[1] (Föhn) and Mouriquand[2] (Vent du midi) attach importance to the barometrical falling, but they do not report any cases, neither does György[3], who studied the effects of sunlight following bad weather.

Baar[4] on the contrary observed an increased excitability by galvanic current during the days rich in sunlight and Gerstenberger *et al.*[5] have seen tetany develop in

[1] I. Rusznyák, M. Földi, and G. Szabó, Exper. *3*, 420 (1947).
[2] J. A. Shannon and S. Fisher, Am. J. Physiology *122*, 765 (1938).
[3] H. W. Smith, Lectures on the Kidney (Kansas, 1943).
[4] L. Laszt, Ärztliche Monatshefte *3*, 373 (1947).

[1] E. Moro, Klin. Wschr. *5*, 925 (1926).
[2] G. Mouriquand, Presse méd. *40*, 1400 (1932).
[3] P. György in: W. Stepp and P. György, Avitaminosen und verwandte Krankheitszustände (J. Springer, Berlin 1927).
[4] H. Baar, Z. Kinderheilkunde *46*, 52 (1928).
[5] H. Y. Gerstenberger, J. J. Hartmann, G. R. Russel, and T. S. Wilder, J. Am. Med. Ass. *94*, 523 (1936).

rachitic infants exposed to sunshine for a short time; both of them believe that the UV-rays of the sun are responsible for an increase of the phosphate and consequently for a decrease of the calcium ion concentration of the body fluids.

Siwe[1], reporting on researches carried out on 670 cases, was not able to find such a factor.

We have reviewed the arguments and we have considered a certain number of meteorological factors, especially those connected with sunlight, in relation to the beginning of the spasmophilic symptomatology.

Restricting our investigation to the cases with primitive convulsive and chronologically certain manifestations, concerning which we had the required meteorological data, it was possible to collect only 33 cases from the material of the Department of Pediatrics of Padova and of Pavia, both situated in the Padan Valley, at about 45 and a half degrees of northern latitude.

In these cases we have first found a certain coincidence between the beginning of the convulsion and an increase of the hours of sunshine. Indeed, when as a sign of this increase the difference between the hours of sunshine in two periods of 5 days preceding the attack is taken, the difference results of 7 h and 54 min on the average, while the same difference between two consecutive periods of 5 days drawn by lot in the same periods is hardly more than 1 h and 45 min.

Upon calculating the t test, according to Fisher, the difference between these two amounts does not appear significant.

Then as one of us (Sartori) has found, using the frog heart method according to McLean and Hastings[2], that vitamin D_2 can produce an apparent diminution of the calcium ion concentration in the blood of infants with an improved calcium metabolism, we have postulated that also the UV-rays of the sun can cause, by the formation of natural vitamin D, an analogous decrease of calcium ions.

Therefore we have calculated also the quantities of UV-rays that have reached the terrestrial surface in the days interesting us, proceeding from the hours of sunshine and from the mean nebulosity and deducing from the declination of the sun, with the help of a graph published by K. Büttner[3] and substantially confirmed by unpublished researches of G. Aliverti (Pavia), the quantity of UV-rays, expressed in erythema doses.

And since, for astronomical reasons, in the winter-spring season in which, according to the character of the disease, all our cases fell, UV-rays undergo a gradual increase, we have calculated the erythema doses also for the 5-days periods preceding as many days drawn by chance within the same years and months in which the convulsions had occurred.

[1] S. A. Siwe, Mschr. Kinderheilkunde *63*, 113 (1935).

[2] F. C. McLean and A. B. Hastings, J. Biol. Chem. *107*, 337 (1934).

[3] K. Büttner, Physikalische Bioklimatologie (Akad.Verlagsges., Leipzig 1938).

For the days on which the convulsions manifest themselves, the difference of I–II 5-days period has amounted on an average to + 2,97 erythema doses; for the days drawn by lot, the same difference has amounted to + 1·00 e.d. According to the t test in this case the difference between the two increases is significant (fiducial limit 5 %). Thence we believe that a correlation between the increase of disposable UV-rays and the incidence of spasmophilic convulsions in subjects disposed thereto is at least probable.

Naturally, we are far from affirming that in all our cases the decisive cause of the spasmophilic convulsions has been, only or always, a greater endogenous production of vitamin D owing to UV-rays, which leads to a diminution of the calcium ion concentration in the body fluids.

In effect we do not know the quantity of UV-rays actually impinging on the skin of the subjects examined, and on the other hand we cannot even exclude that UV-rays can also act in other ways (inhalation of activated substances).

A final hypothesis should permit us to explain in a unitary manner the genesis of the spasmophilic convulsions also in those cases in which an increase of the direct radiation of the place has not occurred or in which the individuals have not been exposed to the same radiation (transport by air currents of organic condensation nuclei activated in other places or in higher atmospherical strata?).

The eventual demonstration of a final hypothesis requires much further research.

E. Sartori and M. Bolletti

Clinica Pediatrica dell'Università di Padova, January 12, 1948.

Zusammenfassung.

Ein Zusammenhang zwischen meteorologischen Faktoren und Spasmophilie gilt bisher als nicht bewiesen. Die Verfasser haben diese Frage neu aufgegriffen und dabei folgendes gefunden: Tage, an denen Tetanieanfälle auftreten (33 Fälle), unterscheiden sich von beliebigen andern Tagen dadurch, daß sie auf eine durchschnittlich viermal größere Sonnenstrahlungsdauer während der vorausgehenden 10 Tage folgen. Die Verfasser haben weiterhin den Ultraviolettgehalt des Tageslichtes während der den Anfällen vorausgehenden 10 Tage berechnet. Er ist im Durchschnitt dreimal so groß als während beliebiger anderer 10 Tage. Da im t-Test die 5 %-Grenze nicht überschritten wird, ist die Differenz statistisch (schwach) gesichert.

Die Verfasser halten deshalb einen Zusammenhang zwischen spasmophilen Konvulsionen und UV-Gehalt des Tageslichtes für wahrscheinlich. Sie nehmen an, daß das UV über die Bildung von natürlichem Vitamin D zu einer Abnahme des ionisierten Ca (wie sie nach D_2-Stoß von Sartori gefunden wurde) und damit zu den Krämpfen führt. Möglicherweise spielt auch eine Ca-Entionisierung eine Rolle, die durch Einatmung organischer Kondensationskerne der Luft (nach UV-Aktivierung) zustande kommt.

Nouveaux livres - Buchbesprechungen - Recensioni - Reviews

Radioactive Tracers in Biology

By Martin D. Kamen. 281 pp., 21 tables, 38 figures (Academic Press, Inc., Publishers, New York, 1947) ($5.80)

Unter den heute bereits vorliegenden zusammenfassenden Darstellungen über die Verwendung radioaktiver Isotopen in der biologischen Forschung nimmt das vorliegende Werk in verschiedenen Hinsichten eine Sonderstellung ein. Zunächst darf man dem Autor dafür dankbar sein, daß er eine zu elementare Darstellung des an sich keineswegs sehr einfachen Stoffes sorgfältig vermieden hat. Damit wendet er sich nicht nur an Leser, denen die behandelte Materie mehr oder weniger fern liegt, sondern er vermittelt auch dem praktisch mit radioaktiven Stoffen Tätigen viele tatsächliche Kenntnisse. Weiter ist im ganzen Werk die Arbeit mit Isotopen derart in den Vordergrund gerückt, daß der Untertitel des Buches: «An Introduction to Tracer Methodology» voll gerechtfertigt ist. Das Buch wurde aus der Praxis heraus für die Praxis geschrieben.

In den ersten vier Kapiteln werden Radioaktivität und Atombau, die Herstellung von Tracersubstanzen, deren Strahlungen und die Meßmethoden besprochen. Hier sind viele sehr wertvolle und nützliche Einzelheiten zu finden, wobei auch die Theorie eine entsprechende Berücksichtigung findet. Insbesondere die Meßtechnik mit Hilfe des Zählrohrs ist ausführlich behandelt, und es ist klar herausgearbeitet, welches ihre Leistungsfähigkeit ist und wo ihre Grenzen liegen.

Das fünfte Kapitel beschreibt die Anwendung von Tracersubstanzen allgemein auf Probleme des Stoffwechsels, des Transportes und der Speicherung sowie den Auf- und Abbau zahlreicher biochemischer Verbindungen. Dabei sind die aus der Praxis des Autors herausgegriffenen vollständigen Beispiele besonders instruktiv.

Je ein besonderes Kapitel ist der Verwendung von Wasserstoff, Kohlenstoff C^{11}, Kohlenstoff C^{14}, Phosphor, Schwefel, den Alkalimetallen, Halogenen und den biologisch weniger wichtigen Elementen gewidmet. Das Schlußkapitel bespricht die Autoradiographie, den Nachweis am Lebenden und die bisherige Therapie mit radioaktiven Isotopen.

Das vorliegende Buch von M. D. Kamen ist ohne Zweifel das derzeit beste und aufschlußreichste Werk über die Anwendung künstlich radioaktiver Substanzen in der Biologie. Eine etwas reichere Ausgestaltung mit Tabellen und Figuren hätte seine Verwendbarkeit in der praktischen Arbeit vielleicht noch erhöht.

W. Minder, Bern

Trichomonas vaginalis and Trichomoniasis

By Rav E. Trussel, 277 pp., 23 figures, 2 plates (Ch. C. Thomas Publisher, Springfield, Ill., U.S.A., 1947)

Die Flagellate *Trichomonas vaginalis*, seit 1837 bekannt, wurde erstmals von Hoehne 1916 als Erreger der sog. «Trichomonadenkolpitis» angesprochen. Seit den letzten 30 Jahren sind zahlreiche Arbeiten zu diesem Thema erschienen. Einige Autoren traten energisch für die pathogene Wirkung der *Tr.* im weiblichen Geschlechtsapparat ein, andere bestritten dies mit Nachdruck. Vorsichtigere Untersucher sprachen sich nur für eine relative Pathogenität der *Tr.* aus. Amerikanischen Forschern an der Iowa-Universität ist es nun gelungen, diese Streitfrage im Sinne einer primären Pathogenität der *Tr. vaginalis* zu lösen, nachdem sie im Jahre 1940 bakterienfreie Reinkulturen der *Tr.* gewinnen konnten.

Das Buch von Trussell bringt eine vorzügliche Übersicht über die neuesten Erfahrungen und Kenntnisse auf diesem Gebiet. Nach einer Einführung von Prof. Plass bespricht Trussell im ersten Teil an Hand zahlreicher Literaturangaben und eigener Forschungsergebnisse die Morphologie der *Tr. vaginalis*, ihre Züchtung und ihre Resistenz gegen verschiedene Umweltsfaktoren. Trussell selbst erhielt erstmals eine Reinkultur. Die Reinzüchtung gelingt heute leicht durch Zugabe von 500—1000 Einheiten Penicillin auf 1 cm^3 Nährboden. Auch Streptomycin ist hierzu geeignet (Ref. kann diese Angaben bestätigen). Johnson sowie Sprince und Kupfenberg entwickelten dann neue, ziemlich komplizierte Nährböden, die ein unbegrenztes Wachstum der Reinkulturen erlaubten. Trussell, Johnson u.a. verfolgten dann das biochemische und serologische Verhalten solcher Kulturen, deren p_H-Optimum zwischen 5,5 und 6 liegt. Es steht heute fest, daß *Tr. vaginalis* eine selbständige Art ist, die also weder mit der menschlichen Mund- bzw. Darmtrichomonade (*Tr. tenax*) noch mit den tierischen *Tr.* (*Tr. foetus* u.a.) identisch ist. Mit Hilfe der Reinkulturen konnte dann die Frage der Pathogenität angegangen werden; vorher war es nicht möglich gewesen, die *Tr.* ohne Begleitbakterien zu übertragen. Verschiedene amerikanische Forscher vermochten in etwa 38% der künstlich mit *Tr. vaginalis* infizierten Frauen eine typische Trichomonadenkolpitis zu erzeugen — ein für unser europäisches Gewissen etwas zu drastisches Experiment. An Gewebekulturen zeigte dann Hogue die toxische Wirkung der in Reinkultur gezüchteten *Tr.* Aus allen diesen Versuchen geht eindeutig hervor, daß der *Tr.* eine *primäre* Pathogenität zugesprochen werden muß. Es bleibt aber vorläufig unbekannt, warum es nur bei etwa 38% der künstlich infizierten Frauen gelingt, eine Infektion zu erzielen. Vielleicht hängt dies von der Anwesenheit verschiedener Bakterien ab. An Tieren gelingt die Übertragung nicht.

Im zweiten Teil beschreibt Trussell die Epidemiologie und das klinische Bild der *Tr.-vaginalis*-Infektion. Sie kommt in allen Ländern häufig vor. Durchschnittlich sind 35% aller Frauen, die zu den Gynäkologen kommen, infiziert. In den USA. wird ihre Anzahl auf rund 10 Millionen geschätzt. Junge Mädchen und Virgines sind nur sehr selten befallen. Unklarheit herrscht noch in bezug auf die Übertragung. Miura (1894) und Stiles (1913) nahmen als erste eine Infizierung durch den Geschlechtsakt an. Dafür sprechen die gehäuften *Tr.*-Infektionen in den Jahren der höchsten Geschlechtsaktivität der Frau (16—35—45 Jahre) sowie das Vorkommen der *Tr.* im männlichen Geschlechtsapparat. Es sind bis jetzt über 100 solcher Fälle von Infektionen des Mannes beschrieben worden. Nach Trussell wäre es aber nicht richtig, die Trichomoniasis für eine echte Geschlechtskrankheit zu halten, da es auch durch Berührung der Genitalien mit *Tr.*-haltigem Material zur Übertragung kommen kann (Toilettengegenstände, WC.). Infektionen durch Badewasser scheiden dagegen praktisch aus, da die *Tr.* im Wasser bald abgetötet wird. Zysten werden bekanntlich durch keine der bis jetzt bekannten *Tr.*-Arten gebildet. Nach der Menstruation scheint die

Infektion am leichtesten zu haften, wohl infolge der leichten Alkalisierung der Scheidensekrete. Die Inkubation beträgt durchschnittlich 7 Tage (4—20 Tage). Die Dauer der Erkrankung ist sehr variabel und richtet sich nach der Begleitflora und dem individuellen Verhalten der Frau. In der Scheide haftet die Infektion an der Oberfläche des Epithels, doch kommen Erosionen und nekrotische Herde mit tiefer eingedrungenen *Tr.* vor. Zur Diagnostik genügt das Nativpräparat. Geringfügige Infektionen können mit Hilfe der Kultur festgestellt werden (Die Giemsa-Färbung, welche die einfachste ist, wird leider nicht genügend beachtet, Ref.). Hinsichtlich der Begleitflora unterscheidet Trussel drei Reinheitsgrade. Die *Tr.* kommt am häufigsten beim 3. Grad vor. Einige Autoren fanden sie auch beim 1. oder 2. Grad und sahen darin den Beweis ihrer Unpathogenität. Es folgt die Besprechung einzelner klinischer Symptome – Leukorrhöa, Pruritus, Intertrigo, Dyspareunie usw. Dem Referenten würde ein mehr dynamischer Aspekt der Krankheit richtiger erscheinen. Er würde eher die Wandlung des Krankheitsbildes vom akuten über das chronische bis in das latente Stadium berücksichtigen. Dies würde auch das Vorkommen der *Tr.* beim 1. Reinheitsgrad und nicht nur beim 3. Grad ohne klinische Symptome erklären. *Tr.* dringen auch in die Harnröhre ein und verursachen offenbar Brennen beim Harnlassen und Drang zum Urinieren. Auch die Bartholinischen Drüsen und die Skeneschen Gänge können von *Tr.* befallen werden. Eine Steigerung der puerperalen Morbidität läßt sich nicht feststellen.

Beim Mann verursacht die *Tr.* nur eine leichtere oder schwerere Urethritis mit Ausfluß; oft verläuft die Infektion ganz symptomlos. BWR mit *Tr.*-Antigen und intrakutane Reaktionen sind vorläufig zur Diagnostik ungeeignet.

Im 3. Teil bespricht Trussel die Therapie. Neben Methoden, die nur eine gründliche Beseitigung der *Tr.* und des Eiters durch Spülungen, Waschungen und ähnliches bezwecken, kommen spezifische, die Trichomonaden abtötende Mittel zur Anwendung. Am wirksamsten sind Arsen- und Jodverbindungen (Stovarsol, Carbarsone, Aldarsone, Yatren, Vioform) sowie Silberpikrat und säurehaltige Jellies. Trussel führt über 190 Verbindungen auf, die zu Spülungen oder Pulvereinstäubung und in Form von Tampons, Suppositorien, Tabletten, Kapseln, Jellies oder Creams angewendet werden. Leider konnte er die neue, sehr bequeme und gefahrlose Kombination von Arsenpräparaten mit Sulfonamiden, die gleichzeitig die *Tr.* und die Begleitbakterien bekämpft, nicht mehr behandeln. Eine Liste aller bis jetzt bekannten *Tr.*-Arten und ihrer Wirte sowie eine vollständige, 1586 Literaturangaben zählende Bibliographie beschließen das Buch, das allen Parasitologen, Gynäkologen und Venerologen sehr gute Dienste leisten wird. O. Jírovec.

Die jungen Eruptivgesteine des mediterranen Orogens

Erster Hauptteil: Einleitung — Die Ophiolithe — Allgemeines über das Verhalten basischer Magmen — Berechnungsmethoden (herausgegeben von der Stiftung «Vulkaninstitut Immanuel Friedländer», Publikation Nr. 3)

Von Conrad Burri und Paul Niggli. 654 Seiten mit 6 Tafeln und 211 Figuren im Text

(Kommissionsverlag von Guggenbühl & Huber, Schweizer-Spiegel-Verlag, Zürich 1945) (sFr. 30.—)

In einer 1922 erschienenen Arbeit über «Der Taveyannazsandstein und die Eruptivgesteine der jungmediterranen Kettengebirge» hat P. Niggli versucht, eine magmatische Großprovinz chemisch zu charakterisieren. Seither sind im Zürcher Mineralogischen Institut weitere magmatische Großprovinzen behandelt und ein umfang- in ihrer Beziehung zu andern basischen Magmen. Hier wird «Ophiolith» als Sammelbegriff für die Gesamtheit der initialen Magmatite gebraucht. Auf Grund der neuesten Literatur werden ausführlich magmatische Provinzen, insbesondere die basischen Gesteine diskutiert. Es sind dies: die Skaergardintrusion von Kangerdlugsuaq, Nygård-Pluton, Diabasgänge von Hällefors und Breven, Karoodolerite von Insizwa, Bushveld, San Franciscan Volcanic Field, nordbritisch-tertiäre Provinz, Garabal Hill—Glen Fyne—Eruptiv-Komplex und der Gabbro-Norit-Komplex des Haddo House-Distrikts, Eruptiva des Midland Valley, Vulkanite von Central Victoria, Marquesasinseln, Eruptiva der Monteregian Hills, ferner die Spilitassoziation, die Weilburgite, der Trondhjemitstamm und die Melilithankaratrite. Es wird u.a. darauf hingewiesen, daß schmelzflüssige und gegenüber dem Festbestand der Lithosphäre differentiell bewegungsfähige Massen, also Magmen, bereits in prinzipieller Hinsicht die chemische Mannigfaltigkeit des sogenannten Eruptivfeldes verständlich machen können. Die Kenner der Grundgebirgspetrologie dürfte vor allem die Erörterung über das Wesen der komplexen, gravitativen Kristallisationsdifferentiation interessieren. Diese Differentiation ist nach Niggli von sehr vielen Begleitumständen abhängig, was nicht immer genügend beachtet wird. Die leichtflüchtigen Bestandteile und die Assimilation, oder Ein- und Umschmelzung, müssen als für die Differentiation richtungsbestimmende Faktoren angesehen werden. Es kann gezeigt werden, daß die in nichtmetamorphen Eruptivgesteinsprovinzen auf magmatische Differentiation (mit ihren Begleitprozessen) rückgeführte Variabilität teils ähnlicher Art ist, teils vom Normalfall der Ophiolithparagenese in charakteristischer Weise abweicht. Parallelisierung und kritische Beurteilung wird aber zukünftigen Spezialarbeiten überlassen. Besondere Beachtung verdienen sodann die Ausführungen über Bildung und Intrusionsfähigkeit peridotitischer Magmen sowie solche über ophiolithische Magmen als Ganzes und die Erörterungen einiger Spezialfragen der Differentiation der Ophiolithmagmen. Ein Anhang enthält Berechnungsbeispiele für Kata-, Meso- und Epinormen und eine alphabetische Liste der Basismoleküle und Äquivalentnorm-Mineralien. Wer die «Philipsborn-Tabellen» nicht besitzt, begrüßt sicher, daß dem vorliegenden Werk reiches Analysenmaterial gesammelt worden. Im vorliegenden Gemeinschaftswerk, das u.a. als eine allgemeine Einführung in die Lehre von den magmatischen Provinzen gelten kann, stammen die Zusammenstellungen der Analysen, die geologisch-tektonischen Ausführungen, die Literaturhinweise und die Großzahl der Berechnungen von C. Burri, die Diskussionen über die chemischen Verhältnisse, Variations- und Differentiationsdiagramme zur Hauptsache von P. Niggli.

Einleitend werden der geologische Bau und die magmatische Tätigkeit des Mittelmeergebietes und die von P. Niggli in den letzten 25 Jahren entwickelten Berechnungs- und Projektionsmethoden erläutert. Eingehende Erörterungen gelten den Ophiolithen der Alpen, des Apennins, der Pyrenäen und der bosnisch-serbischen Dinariden sowie den gabbroiden Magmen der Ophiolithe die 1000fachen Äquivalentzahlen der wichtigsten gesteinsbildenden Oxyde beigegeben sind. Es ist nur zu hoffen, daß das mit übersichtlichen Graphika reich ausgestattete Werk der beiden Zürcher Professoren bei Petrographen wie bei Geologen die ihm gebührende Be-

achtung findet. Wer in den Alpen oder in einem andern jüngern Orogen oder im Grundgebirge arbeitet, kann aus der Fülle von Tatsachen und theoretischen Erkenntnissen, welche das Buch enthält, reichlich neue, die Untersuchungen im Terrain und im Laboratorium befruchtende Anregungen schöpfen.

TH. HÜGI

Chromatographie et Mésomérie

Par P. MEUNIER et A. VINET, 126 pp., 8 figures (Masson, Editeur, Paris 1947) (fr. fr. 280)

Peut-être n'est-il pas excessif de dire que le développement qu'a pris, depuis 15 ou 20 ans, l'Analyse chromatographique par adsorption constitue, en chimie, un succès sans précédent. L'inventeur de cette méthode, l'illustre MICHEL TSWETT, se considérait comme étant au moins autant Suisse que Russe (lettre à JOHN BRIQUET du 19 mars 1897) : c'est une raison qui s'ajoute à bien d'autres pour que l'*Experientia* ne néglige pas d'attirer l'attention des lecteurs sur tout ce qui concerne cette si précieuse méthode.

Précisément, peu après que A. J. P. MARTIN avait publié dans *Endeavour* (janvier 1947) une étude somptueusement illustrée sur les principes de l'Analyse chromatographique, P. MEUNIER et A. VINET ont fait paraître une brochure intitulée «Chromatographie et Mésomérie», brochure qui constitue un travail extrêmement pénétrant sur le mécanisme de l'adsorption chromatographique interprété à la lumière des actuelles théories électroniques. Celles-ci permettent de classer les phénomènes d'adsorption suivant divers types, selon que l'on opère en milieu donneur d'électrons ou en milieu non donneur (solvants anhydres, par exemple). De même, il convient de distinguer les adsorbants simplement polaires des adsorbants ionisants. C'est aux conséquences de l'adsorption «ionisante» des composés polyéniques que les auteurs se sont spécialement attachés. Leur étude porte surtout sur les groupes des caroténoïdes (vitamine A, etc.) et des stéroïdes et stérols (vitamine D, etc.). La méthode exposée et appliquée dans ce petit ouvrage est très séduisante. Elle consiste à expliciter les phénomènes de mésomérie dont les corps adsorbés peuvent être le siège. L'usage des «formules limites» permet de prévoir le sort des composés une fois élués.

CH. DHÉRÉ

NOVA

Revues - Zeitschriften - Riviste - Journals

Physiologia Comparata et Oecologia

An International Journal of Comparative Physiology and Ecology
Secretary of the board of editors: Dr. E. J. SLIJPER, Veterinair Anatomisch Instituut, Biltstraat 172, Utrecht (Netherlands).
Publishers: Uitgeverij Dr. W. JUNK, Amsterdam, 1948.

Informations - Informationen - Informazioni - Notes

Schweizer Komitee für Optik

Am 23. April 1948 ist in Zürich von rund 20 Vertretern der Wissenschaft, Industrie und Verwaltung ein Schweizer Komitee für Optik (Comité suisse d'optique) ins Leben gerufen worden. Dieses Komitee ist dem Schweizer Komitee für Physik angegliedert und übernimmt damit die Funktion des nationalen Komitees der kürzlich geschaffenen Commission internationale d'optique, die ihrerseits der Union de physique pure et appliquée angegliedert ist.

Der Problemkreis ist naturgemäß zunächst reichlich weit gefaßt; die Zukunft wird lehren, ob nicht Beschränkungen angezeigt sind. Einstweilen ist zur Optik zu rechnen:

Grundlagen, Grundbegriffe, Unterricht, Geschichte.
Theorie der Aberrationen, Bildentstehung.
Optische Systeme, Instrumente und Apparate.
Optische Meß- und Prüfverfahren.
Photographie, Kinematographie, Fernsehen.
Physikalische Optik (Reflexion, Brechung, Absorption, Beugung, Streuung, Interferenz, Polarisation, Kristalloptik).
Dünne Schichten.
Lumineszenz.
Lichtquellen, Lichtmessung, Rezeptoren.
Spektroskopie, Molekularoptik.
Astronomische, meteorologische und geophysikalische Optik.
Optische Materialien und deren Bearbeitung.
Physiologische Optik, Farben.
Ophthalmologie (Brillen).
Elektronenoptik.
Photogrammetrie.

Doppelspurigkeiten mit der Tätigkeit verwandter Organisationen sollen durch Personalunion ausgeschaltet werden.

Das Komitee wurde wie folgt zusammengesetzt:

Präsident: Prof. H. KÖNIG, Amt für Maß und Gewicht, Bern.
Mitglieder: *ex officio:* ein Vertreter des Comité Suisse de physique (noch zu bestimmen). Prof. JOHN EGGERT, ETH., Zürich.
Sekretär: Dr. W. LOTMAR, Kern & Cie., Aarau.

Das Komitee und seine zurzeit rund 20 Mitarbeiter werden sich in erster Linie damit befassen, die in schweizerischen Zeitschriften erscheinenden einschlägigen Arbeiten zuhanden der «Commission Internationale d'optique» in Paris zu referieren, welche ihrerseits die erhaltenen ausländischen Referatsammlungen dem Comité suisse vermittelt. In zweiter Linie stehen Fragen der Standardisierung und Normalisierung.

Die Organisation hat provisorischen Charakter; für die definitive Form werden die wissenschaftlich-technischen Bedürfnisse unseres Landes maßgebend sein.

Es ist eine Zusammenkunft im September in Zürich vorgesehen. Interessenten, die eventuell zur Mitarbeit bereit sind, mögen sich beim Präsidenten oder beim Sekretär melden.

H. KÖNIG
J. EGGERT
W. LOTMAR

Congrès - Kongresse - Congressi - Congresses

U. S. A.

Internationale Kongresse für Tropenmedizin und Malaria vom 10.—18. Mai 1948 in Washington

Am 10. Mai sind in Washington zum viertenmal Internationale Kongresse für Tropenmedizin und Malaria eröffnet worden unter dem Präsidium von Dr. L. A. SCHEELE, Surgeon General of the U. S. Public Health

Service. Die rund 1260 Teilnehmer aus 44 Ländern wurden beim Eröffnungsakt von Staatssekretär G. C. Marshall im Namen des Präsidenten Truman willkommen geheißen. Der III. Kongreß hatte seinerzeit im Jahre 1938 in Amsterdam stattgefunden und mußte nach Ablauf der üblichen fünf Jahre 1943 kriegshalber ausfallen. So war dies das erste Zusammentreffen seit 10 Jahren. Die Washingtoner Tagung war von echt amerikanischer Gastfreundschaft getragen und vortrefflich organisiert.

Die rund 200 wissenschaftlichen Mitteilungen und Diskussionen fanden im Verlaufe von acht Tagen in folgenden zwölf Sektionen statt: Forschung und Lehrtätigkeit, Klimatologie und Physiologie der Tropen, Bakterien- und Spirochätenkrankheiten, Viruserkrankungen und Rickettsiosen, Malaria, Wurmkrankheiten, Protozoenkrankheiten, Tropische Ernährungserkrankungen, Dermatologie und Mykosen, Tropische Veterinärmedizin, Allgemeine Tropenhygiene, Human- und Veterinärmedizinische Entomologie. Viele der wissenschaftlichen Resultate und neuen Methoden, die an der Tagung bekanntgegeben wurden, ließen erkennen, wie stark die in der Tropenmedizin so wichtigen Präventivmaßnahmen im letzten Weltkrieg und seitdem vervollkommnet worden sind. Die Kriegsführung in tropischen Zonen, die militärische Besetzung derselben in der Nachkriegszeit und nicht zuletzt auch der Umstand, daß die Aufhebung der Distanzen durch den Flugverkehr die Einschleppungsgefahr von Krankheiten aus warmen Ländern stark erhöht hat, entwickelten notgedrungen bei vielen Nationen das Interesse an der Tropenmedizin.

Wenn man versucht, in der Fülle dessen, was an diesem Kongreß geboten wurde, einige Hauptakzente zu erkennen, so müssen die Insektizide, mit DDT an der Spitze, erwähnt werden, die in den meisten Sektionen und in allen möglichen Zusammenhängen stets wieder zur Sprache kamen. Es bleibt unbestritten, daß sich das DDT in verschiedenster Anwendung und Kombination mehr und mehr bewährt, daß dank ihm bereits verschiedene Tropengebiete von krankheitsübertragenden Arthropoden gesäubert und Epidemien beträchtlich eingeengt werden konnten. Neben der schon während des Krieges mächtig geförderten Technik der Insektizidenapplikation ist allerdings die biologische Seite des Problems, d. h. die Physiologie der Giftwirkung im Insektenkörper noch wenig abgeklärt. Diese Lücke macht sich um so empfindlicher bemerkbar, als ja nun bereits in mehreren Lokalitäten und bei verschiedenen Insektenarten das Problem der DDT-Resistenz aufgetaucht ist. Unsicher sind auch die biologischen Grundlagen für die Beurteilung der sog. Abschreckungsmittel oder Repellents, von denen am Kongreß wenig gesprochen, über die in den Laboratorien aber viel gearbeitet wird; der Entomologe wird sich in diesem Zusammenhang noch sehr intensiv mit den Sinnesreaktionen der Insekten auseinanderzusetzen haben.

Als besonderes Ereignis auf dem Gebiet der Malariaforschung nahm der Kongreß die interessanten Mitteilungen von Prof. Henry E. Shortt, London, über den präerythrozytären Zyklus des Malariaparasiten beim Menschen und beim Affen entgegen. Es ist diesem Gelehrten gelungen, den schon seit längerem vermuteten ersten Teil der asexuellen Phase für das *Plasmodium cynomolgi* in der Leber histologisch nachzuweisen. Sehr wertvoll erscheint auch die Entdeckung von Vincke und Lips im Belgischen Kongo, wonach das neue *Plasmodium berghii* von seinem Hauptwirt, einer Baumratte, experimentell auf weiße Mäuse und Ratten übertragen werden konnte, so daß nun erstmals die Möglichkeit zu Malariauntersuchungen unter Verwendung von Kleinsäugern besteht.

Der in Aussicht stehende umfangreiche Kongreßbericht wird alle in den obengenannten Sektionen gemachten wissenschaftlichen Mitteilungen enthalten, so daß wir uns hier auf diese wenigen Hinweise beschränken können. Erwähnt seien noch die zahlreichen Demonstrationen wissenschaftlicher Tonfilme, die im Verlauf der Tagung stattfanden und in Schwarz-Weiß, meist aber in farbiger Ausführung, teilweise sehr geschickte Anschauung vermitteln können über Epidemiologie und Pathologie der Tropenkrankheiten. Den Kongreßteilnehmern wurde auch Gelegenheit geboten zu interessanten Besuchen im Agricultural Research Center in Beltsville, im National Institute of Public Health in Bethesda, in den Army- und Naval Medical Centers sowie in der School of Hygiene and Public Health der John Hopkins University in Baltimore.

Prof. H. E. Shortt ist am Ende der Tagung in Würdigung seiner obenerwähnten Entdeckung der Preis Laveran zuerkannt worden, während der bekannte Pionier tropenmedizinischer Forschung in Niederländisch-Indien, Prof. Dr. N. H. Swellengrebel, die Walter-Reed-Medaille erhielt.

Rud. Geigy

SUISSE

La 128e session annuelle de la Société helvétique des sciences naturelles aura lieu à St-Gall du samedi 4 septembre au lundi 6 septembre 1948. Conférences principales: M. F. Saxer: Gestaltungskräfte der sankt-gallisch-appenzellischen Landschaft (Discours d'ouverture); H. Pallmann: Über die Zusammenarbeit von Pflanzensoziologie und Bodenkunde; Ch. Sadron: Sur les propriétés physiques des solutions macromoléculaires; M. E. Handschin: Die Bedeutung des Nationalparks für die alpine Forschung.

SUÈDE

VIIe Congrès International d'Entomologie à Stockholm

Le VIIe Congrès International d'Entomologie à Stockholm aura lieu à Stockholm du 9 au 14 août 1948.

Le Président:
Prof. Dr. Y. Sjöstedt

Le vice-président: Prof. Dr. I. Trägardh

Le secrétaire général: Prof. Dr. V. Butovitsch

Secrétariat du Congrès: Stockholm 50 (Suède)

Addendum: P. A. Morris und W. J. Nickerson, Cosmic Radiation and Cancer Mortality.

The following paragraph is to be added:

It must be recognized that the correlations attempted in this paper can only be advanced with some word of caution. Validity of diagnoses is a critical matter; the possibility of ethnical differences in suscoptibility to cancer, as well as other potentially invalidating possibilities, are among the difficulties surrounding the type of analises presented. One may hope that in the not-too-distant future it may become possible to carry out similar correlation analyses with highly uniform world-data, collected so as to warrant a higher degree of confidence. One should note, however that the picture presented by Figs. 4 and 6 is remarkably similar, though based on data collected approximately 30 years apart, during which time the data-collecting facilities of larger South American cities have undergome considerable improvement.

Nous avons le plaisir d'annoncer

A NOS LECTEURS EN FRANCE

qu'il est possible dès maintenant de s'abonner très facilement à

EXPERIENTIA

à n'importe quel bureau de poste français, en accomplissant un minimum de formalités. Il suffit de demander au bureau de poste une formule *ad hoc* que l'on remplit et dépose *au guichet* en y joignant, à titre justificatif, soit un numéro de l'*Experientia*, soit une facture ou une lettre de l'éditeur comportant simplement l'indication des conditions d'abonnement. Il va de soi que, comme par avant, on peut s'abonner à l'*Experientia* par l'entremise de toute librairie.

ELEMENTE DER MATHEMATIK

Revue de mathématiques élémentaires
Rivista di matematica elementare
Zeitschrift zur Pflege der Mathematik und zur Förderung des mathematisch-physikalischen Unterrichts

Organ für den Verein Schweizerischer Mathematiklehrer

Die Zeitschrift hat in ihrem Arbeitsbereich Abhandlungen aus allen Gebieten der reinen und angewandten Mathematik, der mathematischen Physik und der Geschichte der Mathematik aufgenommen, die für ein breiteres Publikum von allgemeinem Interesse sind. Sie versucht, durch Forschungsberichte und Literaturübersichten die Verbindung zwischen der Schulmathematik und der wissenschaftlichen Forschung aufrechtzuerhalten. Die zahlreichen Aufgaben, für die eine besondere Rubrik reserviert wurde, sollen dem Lehrer mannigfache Hinweise für den Unterricht geben.

Abonnementspreis für jährlich 6 Hefte im Umfang von je 16–24 Seiten Fr. 6.– (Ausland Fr. 9.–)
Einzelnummer Fr. 1.50

Abonnementsbestellungen durch jede Buchhandlung

VERLAG BIRKHÄUSER AG.
BASEL (SCHWEIZ)

ECLOGAE GEOLOGICAE HELVETIAE

Zeitschrift der Schweizerischen geologischen Gesellschaft

Redaktor: W. Nabholz, Basel

Erscheint seit 1888. 24,5 × 17 cm. Jährl. 2 Hefte von zusammen etwa 400 Seiten à ca. Fr. 12.– (je nach Umfang). Mit über 80 Textfiguren und 15 Tafeln. Spezialverzeichnis auf Verlangen.

Mit der Herausgabe der *Eclogae Geologicae Helvetiae* bezweckt die Schweizerische geologische Gesellschaft die Förderung der geologischen Wissenschaften, sowohl vom schweizerischen als auch vom allgemeinen Standpunkt aus. Die in deutscher, französischer, italienischer oder englischer Sprache veröffentlichten wissenschaftlichen Originalarbeiten, deren Autoren meist der Gesellschaft angehören, sind regional nicht beschränkt und betreffen neben den vielseitigen geologischen Problemen der Schweiz beliebige europäische und überseeische Gebiete. Auch paläontologische und mikropaläontologische Themen sind darunter stets vertreten.

Die «*Eclogae*» geben somit ein aufschlußreiches Bild von der mannigfaltigen wissenschaftlichen Tätigkeit der Schweizer Geologen im In- und Ausland; sie gehören zu den geologischen Periodica, die in Europa und in Übersee wesentliche Beachtung finden.

VERLAG BIRKHÄUSER AG.
BASEL (SCHWEIZ)

SCHWEIZERISCHE PALÄONTOLOGISCHE ABHANDLUNGEN

Mémoires suisses de paléontologie

Herausgegeben von einer Kommission der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft: B. Peyer (Zürich), Präsident; P. Revilliod (Genf), Vizepräsident; S. Schaub (Basel), Redaktor, Sekretär; J. Favre (Genf); M. Reichel (Basel).

32 × 24 cm. Erscheinen seit 1874. Preise: Vol. 1–50 je Fr. 40.–; Vol. 51–63 je Fr. 50.–; Vol. 64 und folgende je Fr. 65.–.

Die schweizerischen Paläontologischen Abhandlungen bilden die Fortsetzung der von 1874 bis 1939 erschienenen «Abhandlungen der Schweizerischen Paläontologischen Gesellschaft» (Mémoires de la Société paléontologique suisse). Sie sind zur Publikation von solchen Arbeiten aus dem Gesamtgebiet der Paläontologie bestimmt, die einer umfangreicheren Illustration bedürfen.

Über den Inhalt der Bände und die Preise der ebenfalls käuflichen Separata orientiert ein beim Verlag erhältliches Inhaltsverzeichnis.

VERLAG BIRKHÄUSER AG.
BASEL (SCHWEIZ)

Von den

ECLOGAE GEOLOGICAE HELVETIAE

suchen wir verschiedene Hefte, um die zum Teil kleinen Vorräte zu ergänzen. Es handelt sich um folgende Bände, für die wir, eventuell auch nur für einzelne Hefte, Offerten erbitten:

Vol. I, II, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIII, XIV, XV
Vol. 21, 24, 25, 28, 29, 30, 31, 32.

Von den

SCHWEIZ. PALÄONTOLOGISCHEN ABHANDLUNGEN

fehlen zum Teil ganze Bände, zum Teil aber auch nur Separata der Arbeiten, aus denen sich die Bände zusammensetzen. Wir sind daher für das Angebot folgender Bände, und der Separata aus diesen Bänden, dankbar:

Vol. I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XXI, XXIII, XXV, XXVII, XXVIII, XXIX, XXX, XXXI, XXXII, XXXIII, XXXIV, XXXV.

VERLAG BIRKHÄUSER, BASEL 10

Die außerordentliche Nachfrage aus dem Ausland hat dazu geführt, daß die EXPERIENTIA schon jetzt nicht mehr vollständig lieferbar ist, und daß wir einzelne Nummern sogar nachdrucken müssen. Wir sind daher bereit, folgende Nummern zur Ergänzung unseres Lagers zurückzukaufen, sofern sie gut erhalten und vollständig sind:

EXPERIENTIA

Vol. II, 1946, komplett (12 Nummern) zu Fr. 10.–
Vol. II, 1946, Nr. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11 zu je Fr. 1.–

Auch bei den HELVETICA PHYSICA ACTA beginnen sich die bisher sehr großen Vorräte durch die andauernden Nachbestellungen zu lichten, und wir möchten daher vorläufig folgende Jahrgänge ankaufen:

HELVETICA PHYSICA ACTA

Vol. IV, 1931 (Fasc. 1–6) zu Fr. 10.–
Vol. XIII, 1940 (Fasc. 1–6) zu Fr. 10.–.

VERLAG BIRKHÄUSER, BASEL 10